

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – DOUTORADO

DAIANE GARABELI TROJAN

MANEJO DE DOENÇAS DA CULTURA DO MILHO: ÓLEOS ESSENCIAIS,  
FUNGICIDAS E HÍBRIDOS

PONTA GROSSA  
2016

DAIANE GARABELI TROJAN

MANEJO DE DOENÇAS DA CULTURA DO MILHO: ÓLEOS ESSENCIAIS,  
FUNGICIDAS E HÍBRIDOS

Tese apresentada na Universidade Estadual  
de Ponta Grossa para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia, área de concentração  
em Agricultura.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maristella Dalla Pria

PONTA GROSSA  
2016

**Ficha Catalográfica**  
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

Trojan, Daiane Garabeli  
T845      Manejo de doenças da cultura do milho:  
            óleos essenciais, fungicidas e híbridos/  
            Daiane Garabeli Trojan. Ponta Grossa,  
            2016.  
            234f.

            Tese (Doutorado em Agronomia - Área de  
            Concentração: Agricultura), Universidade  
            Estadual de Ponta Grossa.  
            Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maristella Dalla  
            Pria.

            1.Antracnose. 2.Colletotrichum  
            graminicola. 3.Doenças foliares e da  
            espiga. 4.Epidemiologia. 5.Zea mays.  
            I.Dalla Pria, Maristella. II.  
            Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
            Doutorado em Agronomia. III. T.

CDD: 633.15



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

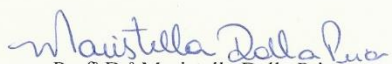
### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Tese: **“Manejo de doenças da cultura do milho: óleos essenciais, fungicidas e híbridos”.**

Nome: Daiane Garabeli Trojan

Orientadora: Maristella Dalla Pria

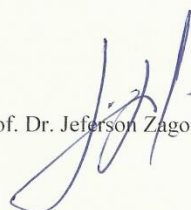
Aprovado pela Comissão Examinadora:

  
Prof.ª Dr.ª Maristella Dalla Pria

  
Prof.ª Dr.ª Cacilda Márcia Duarte Rios Faria

  
Dr.ª Ana Claudia Klosowski

  
Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

  
Prof. Dr. Jeferson Zaganel

Data da Realização: 19 de dezembro 2016.

Aos sonhos do coração de Deus para minha vida.  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Meus sinceros agradecimentos à Santíssima Trindade, que em suas três pessoas, foram minha melhor companhia, meu colo, minha fonte de esperança. Foram os acolhedores dos meus joelhos dobrados e minha cabeça inclinada, e que me mostram a cada dia, que nasci para ser sal da terra, na pequena parte que me cabe, e não me deixam esquecer que isso tem um custo.

À minha família, mãe, irmão e avó, esse coroamento, não é meu, é o cumprimento das promessas de Deus, na mudança da nossa história, afinal Ele teve cuidado do órfão e da viúva.

Agradeço à Universidade Estadual de Ponta Grossa e seus representantes que desde 2000 até o dia de hoje, que mudaram os rumos e perspectivas da minha história.

Agradeço imensamente a professora Maristella, por toda experiência concedida nesses anos de doutoramento, da mesma forma que agradeço aos demais orientadores, que com seus esforços e exemplos, me fizeram chegar até aqui.

A todos os meus professores, que foram realmente mestres norteadores, que fizeram-me amar a Agronomia a ponto de eu querer dedicar a minha vida ao estudo de suas ciências e desdobrar esse conhecimento através da carreira docente, meus sinceros agradecimentos.

A todos os meus colegas desta academia, que foram fundamentais na construção desse trabalho, agradeço. Meus amigos da vida, chegado a muito ou há pouco tempo, que foram meu sustento e colo durante as minhas perdas e depressão, minha eterna gratidão.

E por fim, agradeço a vida e ao tempo, que me moldaram profissionalmente em seus dias de luz e de sombra, de portas fechadas e janelas escancaradas, de mais não do que sins.

Tentaram me enterrar.  
Mal sabiam eles que eu era semente.

## RESUMO GERAL

O aumento de doenças na cultura do milho (*Zea mays* L.), na Região dos Campos Gerais do Paraná, tem sido relevante em virtude do comprometimento quantitativo e qualitativo dos grãos. Em função disso, foram objetivos deste trabalho: verificar o efeito de diferentes óleos essenciais e fungicidas sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum graminicola*; verificar a melhor concentração dos óleos essenciais no controle da antracnose da folha e estimar possíveis efeitos de fitotoxicidade dos óleos essenciais; elaborar uma escala diagramática para estimar a severidade da antracnose foliar na cultura do milho; avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle de patógenos causadores de grãos ardidos, avaliar a ocorrência de doenças foliares e seu impacto na produtividade; relacionar a ocorrência das principais doenças foliares na cultura do milho e a sua interferência sobre os componentes de produção; avaliar o desempenho da cultura do milho inoculada com *C. graminicola* a tratamentos com diferentes misturas de fungicidas dos grupos de estrobilurinas e triazóis; sobre a cultura do milho. Para isso em laboratório foram instalados experimentos; também foi elaborada uma escala diagramática em 2015 e realizado um experimento em casa de vegetação em 2016; além da instalação de 14 campos experimentais com diversos híbridos de milho, durante as safras agrícolas 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014. Nenhuma das épocas de aplicação de *Colletotrichum graminicola* obtiveram resultados quanto à ocorrência da antracnose foliar. Os tratamentos que receberam fungicidas obtiveram as menores porcentagens de grãos ardidos; quanto ao uso de óleos essenciais, cravo da índia, canela e orégano tiveram efeito inibitório no crescimento micelial de *C. graminicola* em todas as concentrações testadas, citronela, laranja e lima, apresentaram efeito fungistático nas concentrações de 5 e 10%, enquanto erva cidreira e tomilho apresentaram melhores resultados nas concentrações de 15 e 20%; a escala apresentou-se como uma ferramenta assertiva para a quantificação da severidade da antracnose foliar. Constatou-se que independente da concentração, todos os óleos essenciais apresentaram fitotoxicidade sobre as plantas de milho, nenhum dos óleos essenciais nas concentrações utilizadas controlaram totalmente *C. graminicola*. Entre os materiais tardios e os precoces, os resultados foram específicos para cada localidade onde a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) tiveram maior severidade da doença em 6 dos 9 experimentos, e também foi o mais suscetível no experimento instalado com materiais tardios. Houve diferença de controle fungicida dependendo do patógeno estudado; com relação às produtividades maiores que 10 toneladas, os componentes de produção que interferiram diretamente foram: comprimento e diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos, em contrapartida os componentes de produção mais afetados nos híbridos com produções em torno de 8,5 toneladas foram: diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos.

**Palavras-chave:** Antracnose, *Colletotrichum graminicola*, doenças foliares e da espiga, epidemiologia, *Zea mays*.

## GENERAL ABSTRACT

The increase in diseases in maize crops, with emphasis on the region of Campos Gerais in Paraná, has been relevant due to the commitment quantitative and qualitative of the grain. Because of this, the purposes of this work were: to evaluate the incidence of leaf diseases and their impact on productivity; to evaluate the effect of different fungicides to control pathogens that cause damaged grains; to relate the incidence of the main leaf diseases in corn crop and its interference with the production components; to evaluate the performance of corn inoculated with *Colletotrichum graminicola* to treatments with different mixtures of fungicides of strobilurins and triazoles groups; to verify the effect of various essential oils and fungicides on mycelial growth of *C. graminicola*; to develop a diagrammatic scale to assess the severity of anthracnose leaf blight in maize crop and to verify the best concentration of essential oils in the control of leaf anthracnose and to estimate possible effects of phytotoxicity of the essential oils on the corn crop. For that were installed 14 experimental fields with several hybrids of corn during harvest 2011/12, one in the 2012/13 crop, and one in the 2013/14 crop; in laboratory were installed a 2012 experiment, and another between 2014/15; It was developed a diagrammatic scale in 2015 and carried out an experiment in a greenhouse in 2016. The results brought information such as: between the late material and early ones, the results were specific to each location where *Puccinia sorghi*, *Phaeosphaeria maydis*, *Exserohilum turcicum* had greater severity of disease in 6 of the 9 experiments, and was also the most sensitive in the experiment installed in late materials; there was difference of fungicide control depending on the studied pathogen; regarding to yields higher than 10 tons, the components production that directly interfered were: length and diameter of the ear, number of kernels per row and weight of 1000 grains, on the other hand the most affected yield components in those hybrid with productions around 8.5 tons were: diameter of the ear, number of kernels per row and the 1000 grains; None of the *Colletotrichum graminicola* application times obtained results regarding the incidence of leaf anthracnose. The treatments with fungicides scored lower percentage of damaged kernels; regarding the use of essential oils, clove, oregano and cinnamon there were inhibitory effect on mycelial growth of *C. graminicola* at all concentrations tested, citronella, lime and orange, showed fungistatic effects at concentrations of 5 and 10%, while lemongrass and thyme showed better results in concentrations of 15 and 20%; the scale was presented as an assertive tool to quantify the severity of anthracnose leaf blight; it was observed that independent of concentration, all essential oils showed phytotoxicity on corn plants, none of the essential oils in the used concentrations totally controlled *C. graminicola*.

**Keywords:** Anthracnosis, *Colletotrichum graminicola*, ear and leaf diseases, epidemiology, *Zea mays*.

## SUMÁRIO

|       |                                                        |    |
|-------|--------------------------------------------------------|----|
| 1     | <b>INTRODUÇÃO GERAL</b>                                | 11 |
| 2     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>                           | 13 |
| 2.1   | DISPERSÃO MUNDIAL E DESCRIÇÃO BOTÂNICA                 | 13 |
| 2.2   | MILHO NO CENÁRIO AGRÍCOLA                              | 13 |
| 2.3   | ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE MILHO          | 15 |
| 2.4   | DOENÇAS DA CULTURA DO MILHO                            | 18 |
| 2.4.1 | <b>Mancha de turcicum</b>                              | 19 |
| 2.4.2 | <b>Cercosporiose</b>                                   | 20 |
| 2.4.3 | <b>Mancha Branca ou Mancha de <i>Phaeosphaeria</i></b> | 20 |
| 2.4.4 | <b>Antracnose foliar</b>                               | 21 |
| 2.4.5 | <b>Mancha foliar de Diplodia</b>                       | 22 |
| 2.4.6 | <b>Ferrugens</b>                                       | 23 |
| 2.5   | MANEJO DAS PRINCIPAIS DOENÇAS                          | 23 |
| 3     | <b>CONCLUSÃO GERAL</b>                                 | 25 |
|       | <b>REFERENCIAS</b>                                     | 26 |

## CAPÍTULO 1 - ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNGICIDAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE *Colletotrichum graminicola* NA CULTURA DO MILHO

|       |                                   |    |
|-------|-----------------------------------|----|
| 1     | <b>INTRODUÇÃO</b>                 | 38 |
| 2     | <b>OBJETIVOS</b>                  | 42 |
| 2.1   | OBJETIVO GERAL                    | 42 |
| 2.2   | OBJETIVOS ESPECIFICOS             | 42 |
| 3     | <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>        | 43 |
| 3.1   | EXPERIMENTOS <i>in vitro</i>      | 43 |
| 3.2   | EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO | 44 |
| 3.2.1 | <b>Experimento 1</b>              | 44 |
| 3.2.2 | <b>Experimento 2</b>              | 47 |
| 4     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>     | 49 |
| 4.1   | EXPERIMENTOS <i>in vitro</i>      | 49 |
| 4.2   | EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO | 61 |
| 4.2.1 | <b>Experimento 1</b>              | 61 |
| 4.2.2 | <b>Experimento 2</b>              | 63 |
| 5     | <b>CONCLUSÃO</b>                  | 72 |
| 5.1   | EXPERIMENTOS <i>in vitro</i>      | 72 |
| 5.2   | EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO | 72 |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b>                | 73 |

## **CAPÍTULO 2 - VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA ANTRACNOSE DA FOLHA DO MILHO**

|          |                               |            |
|----------|-------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>             | <b>85</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b>              | <b>88</b>  |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL                | 88         |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECIFICOS         | 88         |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>     | <b>89</b>  |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> | <b>92</b>  |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b>              | <b>100</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>            | <b>101</b> |

## **CAPÍTULO 3 - EFEITO DE DIFERENTES FUNGICIDAS *in vitro* SOBRE FUNGOS CAUSADORES DO COMPLEXO DE GRÃOS ARDIDOS NA CULTURA DO MILHO**

|          |                               |            |
|----------|-------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>             | <b>108</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b>              | <b>111</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL                | 111        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECIFICOS         | 111        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>     | <b>112</b> |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> | <b>114</b> |
| 4.1      | <i>Nigrospora</i> sp          | 114        |
| 4.2      | <i>Stenocarpella maydis</i>   | 116        |
| 4.3      | <i>Fusarium</i> spp           | 117        |
| 4.4      | <i>Penicillium</i> spp        | 119        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b>              | <b>122</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>            | <b>123</b> |

## **CAPÍTULO 4 - IMPACTO DAS DOENÇAS FOLIARES NOS COMPONENTES E SEUS RENDIMENTOS EM HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO**

|          |                               |            |
|----------|-------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>             | <b>129</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b>              | <b>133</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL                | 133        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECIFICOS         | 133        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>     | <b>134</b> |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> | <b>137</b> |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b>              | <b>146</b> |
|          | <b>REFERENCIAS</b>            | <b>147</b> |
|          | <b>ANEXOS</b>                 | <b>152</b> |

## **CAPÍTULO 5 - DESEMPENHO DA CULTURA DO MILHO FRENTE A TRATAMENTOS COM DIFERENTES FUNGICIDAS**

|          |                               |            |
|----------|-------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>             | <b>156</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b>              | <b>158</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL                | 158        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECIFICOS         | 158        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>     | <b>159</b> |
| 3.1      | ETAPA DE LABORATÓRIO          | 159        |
| 3.2      | EXPERIMENTO À CAMPO           | 159        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> | <b>162</b> |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO</b>              | <b>168</b> |
|          | <b>REFERENCIAS</b>            | <b>169</b> |
|          | <b>ANEXO</b>                  | <b>174</b> |

## **CAPÍTULO 6 - MAPEAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS NA SAFRA 2011-12 QUANTO À DOENÇAS**

|              |                                               |            |
|--------------|-----------------------------------------------|------------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>                             | <b>181</b> |
| <b>2</b>     | <b>OBJETIVOS</b>                              | <b>184</b> |
| 2.1          | OBJETIVO GERAL                                | 184        |
| 2.2          | OBJETIVOS ESPECIFICOS                         | 184        |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>                     | <b>185</b> |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                 | <b>194</b> |
| 4.1          | NÚMERO DE PLANTAS DOMINADAS                   | 194        |
| 4.2          | DUREZA DO COLMO                               | 210        |
| 4.3          | SENSIBILIDADE ÀS DOENÇAS E SANIDADE DOS GRÃOS | 212        |
| <b>4.3.1</b> | <b>Ferrugem</b>                               | <b>212</b> |
| <b>4.3.2</b> | <b>Mancha branca</b>                          | <b>214</b> |
| <b>4.3.3</b> | <b>Cercoporiose</b>                           | <b>216</b> |
| <b>4.3.4</b> | <b>Mancha de turcicum</b>                     | <b>218</b> |
| <b>4.3.5</b> | <b>Grãos ardidos</b>                          | <b>220</b> |
| 4.4          | PRODUTIVIDADE E MASSA DE MIL GRÃOS            | 222        |
| <b>5</b>     | <b>CONCLUSÃO</b>                              | <b>227</b> |
|              | <b>REFERENCIAS</b>                            | <b>229</b> |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) desempenha um papel fulcral, uma vez que para alguns países o grão serve de base na alimentação humana, enquanto para outros é visto como uma fonte de riqueza pelas exportações. Este cereal tem grande impacto nas bolsas mundiais, podendo ser consultados/negociados em algumas das mais importantes bolsas com uma base de valorização diária (DUARTE; GARCIA; MIRANDA, 2011; GUIOMAR, 2011; CONAB, 2015; DEAGRO, 2016).

O milho além de ser um dos principais cereais é umas das melhores opções de cultura de verão para a Região dos Campos Gerais, Estado do Paraná. Possui um alto índice de produtividade, responsivo às novas tecnologias, como o melhoramento genético e biotecnologia. No Estado do Paraná é cultivado na chamada primeira safra, entre os meses de agosto a dezembro e também em uma segunda safra, popularmente conhecida como safrinha, de janeiro a junho (CONAB, 2013; EMBRAPA, 2013; PIERRI et al., 2016).

É uma cultura que apresenta um alto potencial produtivo, principalmente no tocante aos híbridos. É sabido que existem diferentes formas de tecnologia agregada a estes materiais, em virtude do seu teto produtivo, sanidade, respostas à adubação e manejo, bem como a regiões produtoras. Essas diferenças trazem à cultura a necessidade de estratégias técnicas para que o milho seja competitivo com a soja e favoreça a rotação de culturas (PELATI, 2015).

Apesar das perspectivas favoráveis para o agronegócio envolvendo a cultura do milho no Brasil pelo o aumento do consumo de carne e também das exportações (MAPA, 2016), existem fatores que podem limitar a produção do grão, dentre os quais as doenças. A ocorrência de doenças é uma ameaça à sustentabilidade da cultura do milho e de qualquer outra, devido sua exposição a campo, podendo em alguns casos os danos serem superiores a 80%. Diante deste cenário, as empresas de milho vêm lançando ano após ano híbridos cada vez mais produtivos e adaptados quanto à resistência às doenças.

Quando as práticas preventivas (como uso de sementes de qualidade, população adequada, material resistente, entre outras), não foram eficientes ou suficientes, como forma de controle para as doenças, as aplicações de fungicidas em tratamentos de sementes vêm sendo utilizadas como recurso preventivo. Para o

sucesso da cultura, é importante que as doenças sejam identificadas e estudadas como parte de um processo evolutivo da própria agricultura. Só assim, como uma visão holística, será possível ganhar mais eficácia na descoberta de soluções, estejam elas no âmbito da genética da planta ou no das técnicas de manejo da cultura (PEREIRA; CARVALHO; CAMARGO, 2008; CARRER; BARBOSA; RAMIRO, 2010).

Com a junção de ideias relacionadas aos cuidados com a sociedade e com a natureza, muitos setores como o da economia e o da agricultura, começaram a dar maior ênfase à importância de medidas que sejam socialmente e ambientalmente adequadas e corretas, passando assim por processos de adaptação a esse novo conceito conhecido como sustentabilidade agrícola (GOMES; MELLO, MANGABEIRA, 2009; GUSMÃO; TROJAN, 2015).

Com este cenário, mais do que nunca se faz necessária a busca de medidas alternativas de manejo fitossanitário compatíveis com as premissas do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, o estudo dessas medidas alternativas têm se intensificado, com destaque os estudos sobre controle de patógenos a partir do uso de óleos essenciais (DUARTE, 2006; ALVES, 2010; JACQUES, 2015).

Algumas plantas possuem substâncias em sua composição química, muitas delas com potencial fungicida ou fungistático, o que as torna atrativas para indústria química, farmacêutica, de agroquímicos ou mesmo para agricultura orgânica (MENGAI, 2010; SANTOS, 2011).

Resultados com plantas como *Baccharis dracunculifolia* (alecrim-do-campo) (SFORCIN et al., 2012), *Porophyllum ruderale* (arnica-brasileira) (FONSECA et al., 2015) e *Schinus terebinthifolius* (aroeirinha) (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2013), dentre tantas outras (DEVINCENZI et al., 1996; FENNER et al., 2006; SOUZA; MARQUES; MAHMOUD, 2008), tem se mostrado promissoras para a proteção de plantas. No entanto, pouco se conhece sobre o efeito de óleos essenciais sobre determinados fungos fitopatogênicos que atacam culturas economicamente importantes, como é o caso de *Colletotrichum graminicola* (CES) G. W. Wils).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DISPERSÃO MUNDIAL E DESCRIÇÃO BOTÂNICA DO MILHO

O milho é pertencente ao Reino Plantae; divisão Anthophta; classe Monocotiledonae; Ordem Poales; família Poaceae; gênero *Zea*; espécie *Zea mays* (DOEBLEY, 1990). Segundo o autor, este gênero é composto por um grupo de gramíneas, algumas perenes e outras anuais, nativas do México e da América Central.

Este grupo de plantas inclui tanto planta cultivada, como seus parentes selvagens, conhecido pelo nome de teosinte, com duas principais subespécies, *Zea mays parviglumis* e *Zea mays mexicana*, sendo que a subespécie *Z. mays mexicana* ocorre em regiões com altitudes que variam entre 1.800 e 2.500 metros de altura, nas planícies e vales da região central e norte do México, com pluviosidade que varia entre 500 e 1.000 mm de chuva anual, e temperatura média anual entre 15 e 20°C (CÂMARA, 2005).

O processo de colonização da América foi responsável pela expansão da cultura do milho para outras partes do mundo, sendo que seu cultivo e consumo abrange todos os continentes. As primeiras evidências de milho na América do Sul foram encontradas em amostras arqueológicas no Peru. Segundo Goodman (1978), existem evidências que o milho tenha sido cultivado nesta região desde o ano de 2.500 a.C.

Mc Clintock; Kato e Blumenschein (1981) ressaltam que a chegada da cultura do milho na América do Sul deve ter ocorrido por meio de levadas migratórias independentes seja através de migrações humanas carregando este material, ou pela introdução de espécies e raças através de trocas, com um limitado deslocamento humano (DOBLEY, 1990).

### 2.2 MILHO NO CENÁRIO AGRÍCOLA

A agropecuária brasileira tem um cenário promissor nos próximos anos. Segundo o estudo Brasil – Projeções do Agronegócio 2015/16 a 2025/26, a safra de

grãos deverá passar de 196,5 milhões de toneladas para 255,3 milhões de toneladas neste período, com aumento de 58,8 milhões toneladas (30%) (MAPA, 2016). Mesmo com o cenário otimista para o milho no agronegócio, devido ao aumento do consumo de carne e também das exportações, há questões limitantes no que tange a produção do grão, dentre os quais os fitopatógenos são os mais relevantes (MAPA, 2016).

Neste contexto, a ocorrência de doenças vem se tornando mais intensa a cada ano, causando elevados prejuízos aos produtores, devido a algumas condições como: aumento de área cultivada, uso de cultivares suscetíveis, e ainda ampliação das épocas de cultivo (safrinha). Destes itens, a falta de rotação de culturas associada ao plantio safrinha contribuem para o aumento da sobrevivência dos fitopatógenos no campo (COSTA; COTA, 2009; OLIVEIRA et al., 2004), resultando em maior severidade das doenças e permitindo a ocorrência de outras doenças consideradas secundárias para a cultura (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2006).

O aumento da área cultivada de milho sob semeadura direta proporcionou uma alteração no microclima e na biologia do agroecossistema, com implicação nas populações dos agentes causais das doenças do milho (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004). No milho, tradicionalmente destacam-se as podridões de espiga e de colmo, que trazem sérios danos a produtividade, que podem ser agravadas com o avanço das doenças foliares.

Atualmente as principais doenças foliares que acometem a cultura do milho, e que apresentam importância econômica são: as ferrugens causadas por *Puccinia sorghi* (Schw) (ferrugem comum), *Puccinia polysora* Underw (ferrugem polissora) e *Phaeosphaeria maydis* (Henn. Rane, Payak & Renfro) (ferrugem branca ou tropical); a mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard e Suggs)); a cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis* Tehon & E. Y. Daniels e *Cercospora sorghi*); a mancha foliar por *Diplodia macrospora* (*Stenocarpella macrospora*); a antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*); o enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*); o enfezamento vermelho (Fitoplasma) e ainda a mancha de phaeosphaeria (*Phaeosphaeria maydis*) (ZANATTA, 2013).

Segundo Silva e Schipanski (2007), nas regiões produtoras de milho no Brasil, as doenças foliares, quando não controladas podem proporcionar reduções de até 45% da produtividade da cultura.

## 2.3 ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE MILHO

A cultura do milho tem um alto potencial produtivo e é bastante responsiva à tecnologia. É a espécie vegetal mais utilizada em pesquisas genéticas em função da fácil manipulação das estruturas reprodutivas. O milho é uma das plantas mais eficientes no armazenamento de energia devido à sua grande capacidade de acumulação de fotoassimilados (FLOSS, 2008).

Após a emergência da semente que pesa entorno de 0,3 g irá surgir uma planta que geralmente ultrapassa 2,0 m de altura, e nos meses seguintes, essa planta produz cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual se originou. Considerando o período de cultivo o Brasil, devido suas condições edafoclimáticas, leva grande vantagem se comparado às condições dos países de clima temperado, pois permite o cultivo em duas safras (safra e safrinha) (MAGALHÃES; SOUZA, 2011).

Com relação ao ciclo do carbono o milho é uma planta C<sub>4</sub>, sendo extremamente eficiente na conversão de CO<sub>2</sub>, exige durante o seu ciclo vegetativo e reprodutivo temperatura, luminosidade e umidade para se desenvolver e obter altas produtividades. Para uma plena produtividade, há a necessidade de precipitação em torno de 350-500 mm no verão, na fase entre espigamento e a maturação o consumo hídrico pode alcançar de 5,0-7,5 mm diários. A quantidade de água disponível para a cultura encontra-se na dependência da profundidade radicular do genótipo, da capacidade de campo e da densidade radicular da planta (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004; FLOSS, 2008).

Em função do ciclo, os genótipos de milho são caracterizados em super precoce, precoce e tardio, sendo que nas condições brasileiras a cultura do milho apresenta ciclo variável entre 110 e 180 dias da semeadura a colheita (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

De acordo com Resende (2004), a identificação dos estádios de desenvolvimento da cultura é dividida basicamente em: vegetativo (V) e reprodutivo (R). Durante a fase vegetativa, cada estágio é definido de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Assim, a primeira folha de cima para baixo, com o colar visível, é considerada completamente desenvolvida.

Já o estágio reprodutivo é iniciado a partir da emissão da inflorescência masculina (pendão).

Para Andrade (1995), apesar do elevado potencial produtivo, o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresse de natureza biótica e abiótica, que aliada a sua pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e baixa capacidade de compensação efetiva, seu cultivo necessita ser planejado e criteriosamente manejado, objetivando a manifestação de sua capacidade produtiva.

Assim, o conhecimento da influência efetiva dos fatores que determinam o desempenho da planta poderá contribuir de forma decisiva para a minimização de estresses de natureza diversa. Ainda, tal fato favorecerá a predição ou previsão da duração das etapas de desenvolvimento da planta, bem como a coincidência dessas etapas com condições desfavoráveis de oferta dos fatores de produção (FANCELLI, 2015).

O aumento da temperatura contribui para a redução da taxa fotossintética líquida em função do aumento da fotorespiração, afetando diretamente a produção. Por essa razão, temperaturas elevadas prevalentes no período noturno ( $>24^{\circ}\text{C}$ ) promovem um consumo energético demasiado, em função do incremento da respiração celular, ocasionando menor saldo de fotoassimilados, com consequente queda no rendimento da cultura. Cumpre salientar que a queda de rendimento em grãos, na condição mencionada (temperatura noturna elevada), pode ser também determinada pela redução acentuada do ciclo da planta, em função do incremento da somatória térmica, conforme citado por Fancelli e Dourado Neto (2004).

Para o milho, o potencial de produção é definido precocemente, ou seja por ocasião da emissão da 4<sup>a</sup> folha, podendo se estender até a 6<sup>a</sup> folha, principalmente em função da natureza protândrica dos principais genótipos utilizados no Brasil. Esta etapa é denominada de diferenciação floral, a qual também coincide com o término da fase de diferenciação das folhas. Portanto, nessa etapa já estará definida a área foliar potencial que a planta deverá apresentar. Da mesma forma, a confirmação do número de fileiras (ovários) da espiga, ocorrerá entre o período correspondente à emissão da 7<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> folha completamente expandidas (SOARES, 2003).

A cultura do milho exige um mínimo de 400-600 mm de precipitação pluvial para que possa manifestar seu potencial produtivo. Todavia, o período

compreendido entre a fase de pendoamento e grãos leitosos, caracteriza-se como a mais sensível ao estresse hídrico, resultando em dano a produção (RIBEIRO, 2011).

A redução do rendimento do milho, nas mais variadas condições está associada à duração do período de enchimentos de grãos. Em regime de elevadas temperaturas diurnas ( $>35^{\circ}\text{C}$ ) e noturnas ( $>24^{\circ}\text{C}$ ) a taxa de acumulação de matéria seca nos grãos e a duração do período de enchimento são reduzidos. Tal período também poderá ser encurtado, em função da redução do suprimento de sacarose das folhas, provocado pela desfolha ou pela elevação do nível de estresse imposto à planta (SALISBURY; ROSS, 2012).

Para Fancelli (1988), a retirada de 5 folhas superiores das plantas de milho, quando a cultura apresentava 50% das panículas em fase de polinização, ocasionou 32% de queda na produção em virtude da redução da densidade (peso) de grãos e do encurtamento do período de enchimento de grãos, além do referido estresse também ter afetado a qualidade fisiológica das sementes. O rendimento de grãos (e o número de grãos) aumenta, significativamente, com os incrementos do índice de área foliar (IAF) variando de 3 a 6 (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

A maximização da produção dependerá da população empregada, que será função da capacidade suporte do meio e do sistema de produção adotado; do índice e da duração da área foliar fotossinteticamente ativa; da prolificidade do genótipo; da época de semeadura, visando satisfazer a cinética de desenvolvimento e crescimento; bem como da adequada distribuição espacial de plantas na área, em conformidade com as suas características genético-fisiológicas (FANCELLI, 2015; RIBEIRO, 2011).

No Brasil, rendimentos elevados têm sido obtidos com a utilização de 55.000 a 72.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , adotando-se espaçamentos variáveis entre 45 a 80 cm, apresentando 2,5 a 4,5 plantas por metro, devidamente arranjadas de forma a minimizar as relações de competição por fatores de produção. Cumpre ressaltar que tais recomendações referem-se, normalmente, a sistemas de produção mantidos sob contínua vigilância e orientação (KAPPES et al., 2011).

## 2.4 DOENÇAS DA CULTURA DO MILHO

A exposição da cultura do milho aos mais variados estresses bióticos e abióticos dificulta a exploração do máximo potencial genético para a produtividade de grãos, qualquer que seja o sistema de produção adotado (BRITO et al., 2011).

Por ser uma cultura na qual o cultivo tem ampla abrangência geográfica, ocupando as mais diversas condições edafoclimáticas, é comum a ocorrência de doenças. Assim, dezenas de doenças já foram identificadas na cultura de milho no Brasil (BRITO et al., 2011; PEREIRA et al., 2012).

A incidência e a severidade de doenças nas plantas dependem de fatores predisponentes da planta, da presença de inóculo, da raça ou da agressividade do patógeno e de condições favoráveis do ambiente, proporcionadas pelo clima, pelo solo, pelo sistema de cultivo ou pelo manejo da cultura. Em condições favoráveis, diferentes doenças podem ocorrer em alta severidade, causando prejuízos severos, chegando a comprometer até 80% da produtividade em alguns casos (OLIVEIRA; FERNANDES; PINTO, 2005).

Apesar de o milho ser considerado uma planta bastante tolerante à ação dos agentes de estresse (bióticos ou abióticos), tem se manifestado significativa vulnerabilidade à incidência de patógenos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004) e com isso comprometido a produtividade da cultura (PEREIRA et al., 2011). Desde o final da década de 90, ocorreu um aumento significativo na incidência e na severidade das doenças do milho no Brasil, resultando na diminuição da produtividade da cultura nas principais regiões produtoras do país (JULIATTI et al., 2007; PINTO, 2004; PINTO; ANGELIS; HABE, 2004; SANTOS et al., 2013).

Em revisão realizada por Casa; Reis e Zambolim (2006), os autores descreveram as podridões do colmo como as doenças mais importantes na cultura do milho, pois ocorriam em todas as lavouras e em todas as safras de cultivo, porém com variações de incidência e severidade com base nas condições edafoclimáticas.

Dentre as principais doenças foliares da cultura do milho no Brasil, merecem destaque o complexo de manchas brancas formadas por: cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*), a mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e a mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*), assim como as ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), e a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) (COSTA; COSELA; COTA, 2009;

FARIA et al., 2015). O complexo de manchas foliares da cultura do milho são um dos principais limitantes para essa, em condições de elevada severidade podem causar danos de até 60% na produção, conforme relatado por Fernandes e Oliveira (1997).

As doenças fúngicas na cultura do milho têm causado danos significativos no Brasil e, entre estas, a cercosporiose e a ferrugem comum são responsáveis por reduções superiores a 40% no rendimento da cultura. O impacto dessas doenças na cultura se deve ao fato dos patógenos colonizarem grande parte do tecido foliar, diminuindo a área fotossintetizante, levando à senescência precoce e, conseqüentemente, à redução da produtividade de grãos (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004; SILVA; SCHIPANSKI, 2007; BRITO et al., 2012; FARIA et al., 2015).

#### **2.4.1 Mancha de turcicum**

Entre as condições adversas que o milho pode enfrentar estão doenças, entre elas a mancha de turcicum do milho, que é uma das principais doenças foliares do milho. Durante epidemias de *E. turcicum*, a incidência em plantas pode chegar a 100%, provocando reduções significativas do rendimento (ROSSI; REIS; BRUSTOLIM, 2015).

As maiores severidades desta doença têm ocorrido em plantios de safrinha, que em algumas situações podem chegar a 50%, quando o ataque começa antes do período de floração. Os principais sintomas são lesões necróticas, elípticas, medindo de 2,5 a 15 cm de comprimento. A coloração do tecido necrosado varia de cinza a marrom e, no interior das lesões, observa-se intensa esporulação do patógeno. As primeiras lesões aparecem, normalmente, nas folhas mais velhas. É um patógeno necrotrófico e sua disseminação ocorre pelo transporte de conídios pelo vento a longas distâncias. Temperaturas moderadas (18-27°C) são favoráveis à doença, bem como a ocorrência de longos períodos de molhamento foliar ou a presença de orvalho (COSTA; COTA; SILVA, 2012).

### 2.4.2 Cercosporiose

A cercosporiose foi inicialmente diagnosticada no Estado de Goiás no ano de 2000 e desde então está presente em praticamente todas as regiões produtoras do País, ocorrendo em altas severidades em híbridos suscetíveis, alcançando danos superiores à 80%. Os principais sintomas compreendem manchas de coloração cinza, retangulares a irregulares, com as lesões desenvolvendo-se paralelas às nervuras, a disseminação ocorre através de esporos e restos de cultura levados pelo vento e por respingos de chuva (CASELA; FERREIRA, 2003).

Do ano 2000 em diante, a cercosporiose do milho começou a assumir proporções epidêmicas em várias regiões do país (JULIATTI et al., 2004). Essa doença foi responsável pela substituição de vários híbridos comerciais suscetíveis que, apesar de seu alto potencial produtivo, chegaram a reduções na produtividade de grãos de até 40% (BRITO et al., 2007). Hoje, a incorporação de resistência genética a *C. zea-maydis* está entre os principais objetivos dos programas de desenvolvimento de híbridos para as regiões onde essa doença é prevalente.

### 2.4.3 Mancha Branca ou Mancha de *Phaeosphaeria*

Outra doença foliar, de grande importância no Brasil segundo Fernandes e Oliveira (1997), é a mancha branca e os híbridos suscetíveis à ela podem chegar a apresentar danos em torno de 60% na produção. A mancha branca está presente nas principais regiões produtoras do Brasil, principalmente onde acontecem semeaduras tardias (COSTA, 2009). A doença provoca formação de manchas brancas com formatos irregulares, que sob condições favoráveis podem levar a senescência das folhas, reduzindo o ciclo e a produtividade, sendo a quantidade e o tamanho das lesões variáveis entre as variedades (PACCOLA - MEIRELLES et al., 2001).

Essa doença apresenta ampla distribuição ocasionando danos principalmente no cultivo na safrinha, em função da alta precipitação, umidade relativa (>60%) e baixas temperaturas noturnas, condições favoráveis à doença. Os principais sintomas são lesões circulares, aquosas e verde claras (anasarcas). Posteriormente,

passam a necróticas, de cor palha, circulares a elípticas, com diâmetro variando de 0,3 a 1,0 cm. Os danos na produção podem ser superiores a 60% em situações de ambiente favorável e de uso de cultivares suscetíveis (COSTA; COTA; SILVA, 2012).

#### **2.4.4 Antracnose foliar**

A antracnose foliar é umas das doenças amplamente distribuídas nas regiões brasileiras produtoras de milho, podendo reduzir a produção do milho em 40% em cultivares suscetíveis sob condições favoráveis de ambiente. As lesões foliares são observadas em plantas nos primeiros estágios vegetativos e, de modo geral, a antracnose é a primeira doença foliar detectada no campo (RESENDE, 2004).

O agente causal da antracnose do milho possui alta variabilidade, o que acabou por dificultar a obtenção de cultivares resistentes, e esta é a principal característica dentro de um programa de melhoramento que visa a resistência a doenças (LIMA; MENEZES, 2002).

O fungo *C. graminicola*, possui conídios produzidos em acérvulos que se apresentam aglutinados numa massa gelatinosa, que se dissolve em água. Acérvulos produzidos no hospedeiro são marrom-escuros, ovais a cilíndricos. Os conidióforos são eretos, hialinos, não septados e curtos. Os conídios são hialinos, não septados e falciformes quando maduros (PANIZZI; FERNANDES; CAMARGO, 2005).

O patógeno *C. graminicola* possui habilidade de infectar qualquer parte vegetativa, tais como, raiz, semente, colmo e folhas. Na folha, causa lesões necróticas e nos colmos lesões estreitas, encharcadas e pardo avermelhadas. A temperatura ótima para o desenvolvimento da antracnose em milho é 30°C, porém há variações em função da variedade utilizada. De acordo com Leonard e Thompson (1976 apud BARBOSA, 2001), não há interação entre a posição das folhas infectadas e a idade das plantas em relação a número de lesões por centímetro quadrado, ressaltando que no estágio de florescimento e polinização a suscetibilidade à antracnose foliar diminui significativamente.

Lesões foliares podem servir como fonte de inóculo para infecções do colmo, que podem causar o tombamento da planta e consequentemente redução na produtividade da ordem de 18 a 40%. Coêlho et al. (2001) relatam o envolvimento de poucos genes na resistência do milho a este fungo.

Os sintomas são caracterizados por lesões de coloração marrom escura e formato oval a irregular, o que torna, às vezes, difícil seu diagnóstico. Tipicamente, um halo amarelado circunda a área doente das folhas. Sob condições favoráveis, as lesões podem coalescer, necrosando grande parte do limbo foliar e surgem, no interior das lesões, pontuações escuras que correspondem às estruturas de frutificação do patógeno, denominadas acérvulos (RESENDE, 2004).

A taxa de reprodução do patógeno é favorecida por temperaturas elevadas (28 a 30°C), alta umidade relativa do ar e chuvas frequentes favorecem o desenvolvimento da doença (AMORIM; BERGAMIM FILHO, 2011).

## **2.4.5 Ferrugem**

### **2.4.5.1 Ferrugem Comum**

A ferrugem comum apresenta ampla distribuição nacional com maior severidade nos Estados da Região Sul. Os sintomas compreendem a formação de pústulas em toda a parte aérea da planta, com maior severidade nas folhas. As pústulas ocorrem em ambas as superfícies da folha, sendo esta uma das características que a diferencia da ferrugem polissora. As pústulas da ferrugem comum apresentam formato circular a alongado e coloração castanho clara a escuro. Sua ocorrência é favorecida por períodos prolongados de baixas temperaturas (16 a 23°C), alta umidade relativa do ar (>90%) e chuvas frequentes. Em relação a severidade a ferrugem comum apresenta menos danos que a ferrugem polissora, no entanto, em condições ideais para o desenvolvimento do patógeno tende a ocasionar danos significativos na produção (DUDIENAS et al., 2013).

## 2.5 MANEJO DAS PRINCIPAIS DOENÇAS

A cultura do milho no Brasil é afetada por várias doenças, que causam danos na produção. A incidência e a severidade das doenças têm sido atribuídas, principalmente, à realização de plantios de milho na palhada, sem a rotação de culturas, frequentemente em sucessão com a soja e, nas regiões de clima quente, ao plantio do milho em vários meses do ano, proporcionando sobreposições de ciclo (PINTO et al. 1997; FERNANDES; OLIVEIRA, 1997; REIS; CASA; BRESOLIN, 2004; OLIVEIRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005; MARTIN et al, 2011; BRITO et al., 2013; SOUZA; PEREIRA; SOUZA, 2015).

Tanto a presença de palhada proveniente de plantas de milho infectadas, quanto a presença contínua de plantas vivas infectadas, podem favorecer, diferencialmente a perpetuação dos patógenos e o aumento da severidade das doenças no milho, por favorecer o acúmulo de inóculo de seus agentes causais. Além disso, a exposição do milho a diferentes condições de clima, seja pela localização geográfica do plantio, seja pela época de semeadura, também pode contribuir para aumentar os níveis de incidência e a severidade de várias doenças (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004), contudo, existem várias alternativas para manejo e controle das doenças na cultura do milho. Por exemplo, o uso da rotação de culturas pode reduzir o inóculo de determinados patógenos na área de semeadura e, em consequência, reduzir a severidade das doenças que causam. Evitar semeaduras tardias pode favorecer o escape a várias doenças. Também, existem disponíveis no mercado sementes de cultivares milho, resistentes a diversas doenças (OLIVEIRA; FERNANDES; PINTO, 2008; BRITO et al., 2013).

Danos na produção, associados principalmente às doenças foliares e à incidência de podridões de grãos, têm causado ampla discussão sobre estratégias de manejo que visem o desenvolvimento de um programa que permita controlar a doença de forma sustentável, principalmente no que diz respeito ao controle químico e genético (SOUZA; PEREIRA; SOUZA, 2015). Segundo Juliatti et al. (2004), os fungicidas convencionais, à base de triazóis e estrobilurina, registrados para a cultura do milho, apresentam eficiência no controle de doenças, além de promover um efeito fitotônico e, algumas vezes, incremento de produtividade.

Nos últimos anos têm aumentado o número de fungicidas registrados para o controle de doenças foliares do milho. Além disso, outras medidas como adoção de práticas culturais corretas e a eliminação de outros hospedeiros infectados, na área de semeadura, também podem contribuir para redução da severidade de determinadas doenças. Porém, a efetividade de cada uma dessas medidas é dependente de cada doença em questão (BRITO et al., 2013).

De forma geral, para considerar a efetividade de medidas para o manejo das doenças do milho, principalmente, da realização da rotação de culturas, essas doenças podem ser agrupadas em: "doenças causadas por patógenos que sobrevivem nos restos de cultura ou no solo" e "doenças causadas por patógenos que sobrevivem apenas nas plantas vivas". Para o controle dessas doenças podem ser adotadas medidas de manejo da cultura; uso de cultivares resistentes e medidas de controle químico (OLIVEIRA; FERNANDES; PINTO, 2008).

Para se obter melhores resultados no controle de doenças de plantas é necessário que a cultura seja bem manejada, ou seja, que a planta não esteja exposta a estresses provocados por fatores diversos, como época de semeadura desfavorável, adubação desbalanceada, ferimentos nas plantas, competição com plantas daninhas e o uso de cultivares não adaptadas ao clima. O controle de doenças de plantas deve ser adotado antes mesmo da semeadura de maneira preventiva e acompanhado até sua colheita (GUSMÃO; TROJAN, 2015).

### 3 CONCLUSÃO GERAL

Os resultados obtidos trouxeram informações como:

Quanto ao uso de óleos essenciais: cravo da Índia, canela e orégano tiveram efeito inibitório no crescimento micelial de *C. graminicola* em todas as concentrações testadas.

Constatou-se que independente da concentração, todos os óleos essenciais apresentaram fitotoxicidade sobre as plantas de milho.

Nenhum dos óleos essenciais nas concentrações utilizadas controlaram totalmente *C. graminicola*.

A escala diagramática apresentou-se como uma ferramenta assertiva para a quantificação da severidade da antracnose foliar.

Nenhuma das épocas de aplicação de *Colletotrichum graminicola* à campo obtiveram resultados quanto à ocorrência da antracnose foliar.

Os tratamentos que receberam fungicidas obtiveram as menores porcentagens de grãos ardidos.

Entre os materiais tardios e os precoces, os resultados foram específicos para cada localidade onde a ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), a mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*), a mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) tiveram maior severidade da doença em 6 dos 9 experimentos, e também foi o mais suscetível no experimento instalado com materiais tardios;

Houve diferença de controle fungicida sobre grãos ardidos dependendo do patógeno estudado.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R. da S. **Avaliação da atividade antimicrobiana entre óleos essenciais obtidos de folhas de manjeriço, pimenta de macaco e tomilho sobre patógenos veiculados por alimentos**. 2010, 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, p. 517-540, 2011.

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, v. 41, p. 1-12, 1995.

BARBOSA, M. P. M. **Variabilidade patogênica de *Colletotrichum graminicola* isolado de milho (*Zea mays* L.)**. 2001, 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Fitopatologia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. de A. R.; VON PINHO, R. G.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2012.

BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; SANTOS, A. O.; SANTOS, S. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha Branca. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 35-41, 2011.

BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. de A. R.; BALESTRE, M. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 629-635, set/out. 2013.

BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; POZZA, E. A.; PEREIRA, J. L. A. R.; FARIA FILHO, E. M. Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 32, p. 472-479, 2007.

CÂMARA, R. J. **Cultivares crioulas de milho (*Zea mays*, L.) em sistema de produção orgânico – desempenho agrônomo das plantas e composição química das sementes**. 2005, 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

CARRER, H.; BARBOSA, A. L.; RAMIRO, D. A. Biotecnologia na agricultura. **Estudos Avançados**. v. 24, n. 70, p.149-164, 2010. doi: 10.1590/S0103-40142010000300010.

CASA, R. T.; REIS, E. M. Doenças na cultura do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Milho: estratégia de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. p.1-18.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 427-439, set./out. 2006.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. Variability in isolates of *Puccinia polysora* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 414-416, 2002.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. A cercosporiose na cultura do milho. **Circular Técnica 24**, Sete Lagoas, MG. 2003.

COÊLHO, R. M. S.; SILVA, H. P.; BRUNELLI, K. R.; CAMARGO, L. E. A. Controle monogênico da antracnose foliar em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 640-643, 2001.

CONAB (Brasil). **Acompanhamento de safra brasileira: sétimo levantamento**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_04\\_09\\_10\\_27\\_26\\_boletim\\_graos\\_abril\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_27_26_boletim_graos_abril_2013.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014**. Segundo levantamento. Nov. 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. n. 9, v. 2 - Safra 2014/15, Nono levantamento. Jun. 2015.

COSTA R. V. da; COTA, L. V.; ROCHA, L. M. P da; NOLASCO, A. A. R.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a grãos ardidos. **Circular Técnica 154**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, set. 2010. 8 p.

COSTA, F. M.; BARRETO, M.; KOSHIKUMO, E. S. M.; ALMEIDA, F. A. Progresso da ferrugem tropical do milho (*Zea mays* L.), sob diferentes tratamentos fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 248-252, 2008.

COSTA, R. V. da. Controle químico da mancha branca do milho através de fungicidas: Análise da situação atual. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 27.; Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho, *Spodoptera Frugiperda*, 3.; Workshop sobre Manejo e Etiologia da Mancha Branca do Milho, 2009.

COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2009. Disponível em:

<[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_5\\_ed/doencas.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/doencas.htm)>. Acesso em: 12 out. 2015.

COSTA, R. V.; COTA, L. V. **Controle químico de doenças na cultura do milho:** aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Circular Técnica 125. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009.

DEAGRO, **Informativo**. Safra mundial de milho 2016|17- 2º levantamento do USDA. Junho, 2016. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim\\_milho\\_junho2016/](http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_junho2016/)>. Acesso em: 04 jul. 2016.

DEVINCENZI, I. A. A. Atividade fungitóxica e citotóxica do óleo essencial de *Pororphyllum ruderale*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 14, 1996. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1996. 151p.

DOEBLEY, J. F. Molecular evidence for gene flow among *Zea species*. **Bio Science**, v. 40, p. 443-448, 1990.

DUARTE, M. C. T. Atividade microbiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. **Revista Multiciência**, Campinas, v. 2, n. 7, p.1-16, out. 2006.

DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. de. **Cultivo do Milho: Economia da produção**, 7. ed. Embrapa Milho e Sorgo: CNPMS, set. 2011.

DUDIENAS, C.; FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; TICELLI, M.; BÁRBARO, I. M.; FREITAS, R. S.; LEÃO, P. C. L., CAZENTINI FILHO, G.; BOLONHEZI, D.; PÂNTANO, A. P. Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 1, p. 16-23, 2013.

EMBRAPA (Brasil). **Embrapa milho e sorgo:** importância econômica. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm#topo>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1988, 172 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

FANCELLI, A. L. Visão sistêmica e estratégias de manejo são imperiosas para garantir cultura sustentável. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 13, jul./dez. 2015. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Manejo\\_cultur](http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Manejo_cultur)>. Acesso em: 05 jul. 2016.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FANTIN, G. M.; DUDIENAS, C.; DUARTE, A. P.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; RECO, P. C.; COICEV, L.; ARAUJO, A. P.; BOLONHEZI, D. Ocorrência e intensidade de doenças de milho no Estado de São Paulo Safra 98/99. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 26, n. 1, p.110, 2000.

FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D. A.; GRALAK, E.; SILVA, C. A.; RIOS, C. M. D. Análise dialética da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 123-134, jan./fev. 2015.

FENNER, R.; BETTI, A. H.; MENTZ, L. A.; RATES, S. M. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, p. 369-394, 2006.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Principais doenças na cultura de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 80 p. EMBRAPA-CNPMS. **Circular Técnica n. 26**. 1997. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/478849/1/circ261.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2014.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas**: O estudo do que está por trás do que se vê. 4. ed. Passo Fundo: UPF, 2008. 733 p.

FONSECA, M. C. M.; LEHNER, M. S.; GONÇALVES, M. G.; PAULA JÚNIOR, T. J.; SILVA, A. F.; BONFIM, F. P. G.; PRADO, A. L. Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.1, p. 45-50, 2015.

FREITAS, M. E.; CASELA, C. R.; CRISTELI, E. B.; SILVA, D. D.; MACIEL, C. T.; SOUZA, B. O. **Variabilidade de *Puccinia polysora* em relação à virulência a linhagens de milho**. 2002. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29975/1/Variabilidade-Puccinia.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

GODOY, C. V. O clima que traz a ferrugem. **Cultivar: Grandes Culturas**, Pelotas, v. 20, p. 52-54, 2000.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S. de; MANGABEIRA, J. A. C. **Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados**. Niterói (RJ)/Campinas (SP): Embrapa/Universidade Federal Fluminense (UFF), 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010174382009000100002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010174382009000100002)> . Acesso em: 16 mai. 2014.

GUIOMAR, P. M. C. N. **Avaliação do comportamento de cultivares de milho na presença da helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs**. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

GUSMÃO, F. S.; TROJAN, D. G. Importância dos fungicidas na agricultura moderna. **Revista Technoeng**, v. 1, n. 12, p.1-48. 2015.

JACQUES, F. L. **Efeitos de produtos alternativos *in vitro* e em casa de vegetação no controle de *Colletotrichum graminicola***. 2015, 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Agricultura). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

JULIATTI, F. C.; SOUZA, R. M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p.103-112, 2005.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

JULIATTI, F. C.; APPELT, C. C. N. S.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; HAMAWAKI, O. T.; MELO, B. Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, n. 20, p. 45-54. 2004.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. da C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C. de; ARF, M. V.; FERREIRA, J.P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia [online]**, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

LEVY, Y.; COHEN, Y. Biotic and environmental factors affecting infection of sweet corn with *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 73, p. 722-725, 1983.

LIMA, M. L. F.; MENEZES, M. Estudo comparativo de isolados de *Colletotrichum graminicola* através da análise eletroforética de padrões proteicos e isoenzimáticos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p.12-16, 2002.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília, abr. 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Safr brasileira de grãos deve chegar a 255,3 milhões de toneladas em 10 anos**. Brasília, jul. 2016.

MARTIN, T. N.; VENTURINI, T.; API, I., PAGNONCELLI, A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 1-8, jan./fev. 2011.

MC CLINTOCK, B; KATO, T. A. Y.; BLUMENSCHNEIN, A. Chromosome constitution of races of maize. Chapingo. **Colégio de postgraduados**, México, p. 517, 1981.

MENGAI, B. **Efeito dos óleos essenciais de diferentes de *Eucalyptus spp* sobre a microflora do milho em pós-colheita**. 2010, 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

OLIVEIRA, E. de; FERNANDES, F. T.; CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. de A.; FERREIRA, A. da S. Diagnóstico e controle de doenças na cultura do milho. In: GALVAO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004. cap. 7. p. 227-267.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F. T.; PINTO, C. F. J. Manejo das principais doenças do milho. **VI Simpósio de Controle de Doenças de Plantas**. EMBRAPA, 2008. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2007/circular/Circ\\_92.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2007/circular/Circ_92.pdf)>. Acesso em: 01 fev. 2014.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças do milho: identificação e controle**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 84 p.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; SANTOS, R. B.; REIS, F. O.; MATSUMOTO, S. T.; BISPO, W. M. S.; MACHADO, L. P.; OLIVEIRA, L. F. M. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* RADDI) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 150-157, 2013.

PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; FERREIRA, A. S.; MEIRELLES, W. F.; MARRIEL, I. E.; CASELA, C. R. Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. **Journal of Phytopathology**, n. 49, p. 275-279, 2001.

PANIZZI, R. C.; FERNANDES, N. G.; CAMARGO, M. Doenças do sorgo. In: KIMATI, H. et al. (Ed). **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2. p. 597-606.

PELATI, R. J. F. **Estudo de caso para híbridos de milho posicionados no norte e noroeste do Paraná**. 2015. 28 f. Especialização (Pós-graduação em Agronegócio). 2015. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PEREIRA, J. L. de A. R.; UZAN, J.; REZENDE, E. de S. J.; UZAN, B. Z., ALEXANDRE, N. de O.; BATISTA, E. C. Controle Químico da Mancha Branca na

Cultura do Milho. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**. Águas de Lindóia. 2012.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do Milho (*Zea mays*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L. REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2. p. 477- 488.

PEREIRA, S. P.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOBREIRA, F. M.; GUIMARÃES, R. J. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 152-160, fev. 2011.

PIERRI, L. de; PAULETTI, V.; SILVA, D. A. da, SCHERAIBER, C. F.; SOUZA, J. L. M. de; MUNARO, F. C. Sazonalidade e potencial energético da biomassa residual agrícola na região dos Campos Gerais do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.2, p. 129-137, mar./abr., 2016.

PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.): Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: Grandes Culturas**. Viçosa: UFV, 1997. cap. 17. p. 821-863.

PINTO, N. F. J. A.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 139-145, 2004.

PINTO, N. F. J. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2004.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144 p.

RESENDE, V. F. **Análise genética da resistência à antracnose foliar em milho**. 2004, 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração: Genética em Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

RIBEIRO, J. Z. **Estratificação ambiental pela análise da interação genótipo x ambiente em milho**. 2011. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ROSSI, R. L. DE; REIS, E. M.; BRUSTOLIN, R. Morfologia de conídios e patogenicidade de isolados de *Exserohilum turcicum* da Argentina e do Brasil em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 1, p. 58-63, 2015.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das Plantas**. 4.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. cap. 3. p. 372-373.

SANTOS, A. da S. **Óleos essenciais: uma abordagem econômica e industrial**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2011. 386 p.

SANTOS, G. R. DOS; GAMA, F. R.; GONÇALVES, C. G.; RODRIGUES, A. C.; RODRIGUES, A. C.; LEÃO, E. U.; CARDON, C. H.; BONIFACIO, AURENIVIA. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres [online]**, v. 60, n. 4, p. 505-513, 2013. doi: 10.1590/S0034-737X2013000400009.

SFORCIN, L. M.; SOUSA, J. P. B. de; SILVA FILHO, A. A. da; BASTOS, J. K.; TONICI, L. R. da S. **Baccharis dracunculipolia: uma das principais fontes vegetais da própolis brasileira**. São Paulo: Editora UNESP, 2012. p. 37-44.

SHURTLEFF, M.C. (Ed.) **Compendium of corn diseases**. 2.ed. St. Paul: American Phytopathological Press, 1992. 105 p.

SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho**. 2. ed. Castro: Fundação ABC, 2007. 116 p.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho**. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

SOUZA, A.P.; MARQUES, M.R.; MAHMOUD, T.S. Bioprospecting inseticidal compounds from plants native to Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 1136-1140, 2008.

SOUZA, L. T. de; PEREIRA, J. L. de A. R.; SOUZA, T. T. de. Avaliação da produtividade de milho e controle de doenças foliares. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 3, p. 31-37, set. 2015.

VON PINHO, R. G. **Metodologia de avaliação, quantificação de danos e controle genético da resistência a *Puccinia polysora* Underw. e *Physopella zeae* (Mains) Cummins e Ramachar na cultura do milho**. 1998. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

ZANATTA, P. **Controle preventivo de doenças foliares em híbridos comerciais de milho com fungicidas em espaçamento reduzido**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de concentração: Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

## CAPITULO 1

### ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS E FUNGICIDAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE *Colletotrichum graminicola* NA CULTURA DO MILHO

#### RESUMO

Foram desenvolvidos experimentos *in vivo* e *in vitro* com o objetivo de verificar o efeito de diferentes óleos essenciais e fungicidas sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum graminicola*, e a melhor concentração dos óleos essenciais no controle da antracnose da folha do milho, estimando possíveis efeitos de fitotoxicidade dos óleos essenciais sobre a cultura do milho. Para isso, foram utilizados os óleos essenciais: alecrim, alfazema, camomila, canela, capim limão, cravo da Índia, citronela, erva cidreira, erva doce, eucalipto, gengibre, hortelã, laranja, lima, limão siciliano, melaleuca, menta, menta piperina, orégano e tomilho nas concentrações de 5, 10, 15 e 20%, além dos fungicidas azoxistrobina + tebuconazol; piraclostrobina + metconazol; piraclostrobina + epoxiconazol, piraclostrobina + tiofanato metílico; piraclostrobina + fluxapiroxade nas doses de 0, 1, 10, 100, 1000 ppm. O crescimento micelial do fungo foi avaliado por medições diárias em dois eixos diametralmente opostos. Com o diâmetro médio das colônias calculou-se a porcentagem de inibição e o índice de velocidade de crescimento micelial. No experimento preliminar para teste *in vivo*, foram utilizados óleos essenciais de eucalipto a 0,3%; de nim a 1% e de tomilho a 0,1%. No segundo experimento *in vivo*, os tratamentos foram: testemunha; suspensão do patógeno; tomilho, capim limão, gengibre e eucalipto (na concentração de 10%); erva cidreira, citronela, cravo da Índia, canela e hortelã (15%) e erva doce, citronela, erva cidreira, cravo da Índia, orégano e hortelã (20%). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado e cada vaso com uma planta de milho foi a unidade experimental, com quatro repetições. Foram realizadas avaliações de fitotoxicidade e de severidade, e calculada a área abaixo da curva de progresso da antracnose. Os dados foram comparados pelo teste de Scott-Knott ( $P > 0,1$ ) e entre doses à regressão. Quanto aos óleos essenciais do experimento *in vitro*, cravo da Índia, canela e orégano tiveram efeito inibitório no crescimento micelial de *C. graminicola* em todas as concentrações testadas. Citronela, laranja e lima apresentaram efeito fungistático nas concentrações de 5 e 10%, enquanto erva cidreira e tomilho apresentaram melhores resultados nas concentrações de 15 e 20%. Os óleos que retardaram o crescimento do fungo *in vitro* em mais de dez dias cita-se os tratamentos com cravo da Índia, eucalipto, canela, orégano, menta a 5%; menta, orégano, cravo da Índia, eucalipto, canela, tomilho a 10%; orégano, menta, cravo da Índia, eucalipto, erva cidreira e tomilho a 15% e eucalipto, menta e capim limão a 20% de concentração. Com relação aos fungicidas, piraclostrobina + metconazol apresentou controle *in vitro* sobre o patógeno em todas as concentrações utilizadas (1, 10, 100 e 1000 ppm); azoxistrobina + tebuconazol a partir de 10 ppm e as demais misturas

multisítios a partir de 100 ppm. Pelo experimento preliminar *in vivo* constatou-se que o óleo de nim foi tóxico as plantas de milho e ao patógeno *C. graminicola*. Quanto aos os óleos de tomilho e eucalipto, estes não foram tóxicos as plantas, no entanto também não controlaram a antracnose. No segundo experimento *in vivo*, constatou-se que independente da concentração, todos os óleos essenciais apresentaram fitotoxicidade sobre as plantas de milho. Quanto à AACPD observou-se que nenhum dos óleos essenciais nas concentrações utilizadas controlaram totalmente *C. graminicola*. Dentre os óleos utilizados os que apresentaram menor AACPD foram: citronela, cravo da índia e hortelã, na concentração de 15%, erva doce na concentração de 20% e na concentração de 10% todos foram iguais.

**Palavras-chave:** biocidas, controle alternativo, efeito fungistático, fitotoxicidade.

## CHAPTER 1

### ANTIFUNGAL ACTIVITY OF DIFFERENT ESSENTIAL OILS AND FUNGICIDES ON *Colletotrichum graminicola* DEVELOPMENT IN MAIZE CULTIVATION

#### ABSTRACT

In order to verify the effect of different essential oils and on mycelial growth of *Colletotrichum graminicola* fungicides, in vitro experiments were carried out. The purpose of this research was to verify the best concentration of essential oils in controlling anthracnose of corn leaf and to estimate possible effects of phytotoxicity of the essential oils on the corn crop. The following essential oils were used: rosemary, lavender, chamomile, cinnamon, lemongrass, clove, citronella, lemongrass, fennel, eucalyptus, ginger, mint, orange, lime, lemon, tea tree, mint, peppermint, oregano, thyme at concentrations of 5, 10, 15 and 20%. Fungicides treatments were azoxystrobin + tebuconazole; pyraclostrobin + metconazole; pyraclostrobin + epoxiconazole, pyraclostrobin + thiophanate methyl; pyraclostrobin + fluxapiroxade at doses of 0, 1, 10, 100, 1,000 ppm. The mycelial growth was assessed by daily measurements at two diametrically opposite axes. With the average diameter of colonies, the percentage of inhibition and the mycelial growth rate index (MIGS) was calculated. In the first experiment for in vivo test, eucalyptus essential oil to 0.3%; essential neem oil 1% and thyme essential oil 0.1% were used. In the second experiment, the treatments were: control; suspension of the pathogen; thyme, lemongrass, ginger and eucalyptus (at concentration of 10%); lemongrass, citronella, clove, cinnamon and mint (15%) and fennel, citronella, lemongrass, clove, oregano and mint (20%). The design was completely randomized and each pot with a corn plant was the experimental unit, with four replications. Phytotoxicity and severity assessments were carried out, and the area under the anthracnose progress curve was calculated. Data were subjected to analysis of variance and comparison of means among the oils by Scott-Knott test ( $P > 0.1$ ) and among the doses by regression. Regarding to essential oils, clove, cinnamon and oregano had inhibitory effect on the mycelial growth of *C. graminicola* at all concentrations tested. Citronella, lime and orange, showed fungistatic effect at concentrations of 5 and 10%, while lemongrass and thyme showed better results at concentrations of 15 and 20%. About the oils that slowed the growth of the fungus in vitro in more than ten days, it can be mentioned the treatments with clove, eucalyptus, cinnamon, oregano, mint at 5%; mint, oregano, clove, eucalyptus, cinnamon, thyme at 10%; oregano, mint, clove, eucalyptus, lemongrass and thyme and eucalyptus at 15%, mint and lemongrass at 20% concentration. Regarding fungicides, piraclostribina + metconazole presented in vitro control of the pathogen in all used concentrations (1, 10, 100 and 1000 ppm); azoxystrobin + tebuconazole from 10 ppm and the other multiple site mixtures from 100 ppm. Through the preliminary experiment it was found that the neem oil was toxic to the plants of maize and *Colletotrichum graminicola* pathogen. Regarding the oils of thyme and eucalyptus, these weren't toxic to the plants, but also did not control

anthracnose. In the second experiment, it was found that regardless of the concentration, all essential oils showed phytotoxicity on corn plants. The most toxic essential oils to corn were lemongrass (10%), clove (15%) and oregano (20%). Regarding AUDPC for anthracnose leaf blight, it was observed that none of the essential oils in used concentrations totally controlled *Colletotrichum graminicola*. Among the oils used those that showed lower AUDPC were citronella, clove and mint at a concentration of 15%, fennel at a concentration of 20% and at 10% concentration were all equal.

**Keywords:** biocides, alternative control, fungicidal effect, phytotoxicity.

## 1 INTRODUÇÃO

As previsões de crescimento populacional revelam que no ano de 2050 a população mundial chegará aos nove bilhões de habitantes (CARRER; BARBOSA; RAMIRO, 2010). O crescimento populacional tem contribuído para o aumento de áreas urbanas e conseqüentemente tem diminuído áreas apropriadas à agricultura. Assim, produzir alimento que supra as necessidades desse quantitativo se torna um desafio mundial. Nesse sentido, técnicas que promovam o aumento do teto produtivo das culturas, bem como ferramentas que diminuam os danos causados por pragas e doenças têm constituído interesse significativo de agricultores (BUAINAIN et al., 2014).

Doenças em plantas contribuem significativamente na diminuição da produção como também na qualidade de alimentos disponíveis a população. O emprego do manejo ecológico de doenças preconiza a redução do uso de agroquímicos, uma vez que estes produtos exercem efeitos colaterais que impactam no homem e o meio ambiente (TALAMINI; STADNICK, 2004). O seu uso indiscriminado provoca contaminação ambiental, além de impactar na seleção de populações de fitopatógenos resistentes, que além do desequilíbrio ambiental, provoca o desgaste de alguns mecanismos de ação de fungicidas que ficam comprometidos quanto à eficácia (SOUZA JÚNIOR; SALES; MARTINS, 2009).

Historicamente tem se observado um aumento no consumo de agrotóxicos em 276,2% relacionando apenas o período compreendido entre 1964 e 1991 (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003), comportamento esse não associado a expansão da área cultivada. Em 2008, o Brasil assumiu a liderança mundial do consumo de agrotóxicos, com volume comercializado de ingredientes ativos igual a 673 milhões de toneladas, que equivale a US\$ 7,1 bilhões. A venda no país cresceu substancialmente, de US\$ 2 bilhões em 2001 para mais de US\$ 8,5 bilhões em 2011 (KARAM; SILVA; RIOS, 2011). O aumento do consumo dos agrotóxicos se deu em função das inovações tecnológicas dos sistemas agrícolas, bem como pela demanda por novas fontes de energia limpa e renovável proveniente de plantas produtoras de biocombustíveis (ANDRADE, 2016).

Em função de preocupações e problemas gerados a partir do amplo uso de fungicidas na agricultura, houve incentivo para que pesquisadores e produtores

buscassem novos caminhos para o controle de doenças nas mais diferentes culturas (VENZON et al., 2006; GHINI; KIMATI, 2000).

Neste contexto, subprodutos como óleos essenciais, extratos brutos e tinturas, oriundos de plantas medicinais têm sido estudados uma vez que apresentam na sua composição substâncias com propriedades fungistáticas e/ou fungitóxicas (GONÇALVES; MATTOS; MORAIS, 2009; HILLEN et al., 2012), assim como ativadores de mecanismos de defesa nas plantas (ação indireta) (SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005a), além de serem caracterizados como de baixa toxicidade a humanos, são amplamente testados no controle *in vitro* e *in vivo* de fitopatógenos e no tratamento de sementes (RODRIGUES et al., 2006; MÉDICE et al., 2007; SILVA; BASTOS, 2007; PEREIRA et al., 2008).

O aumento do interesse no meio científico pela exploração da bioatividade antimicrobiana de óleos essenciais extraídos de vegetais ocorreu devido a facilidade de encontrar a matéria prima na natureza e por se mostrarem eficientes no controle de diversos fungos em pequenas doses, tornando sua aplicação menos onerosa (PENTEADO, 1999; SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005b; BRITO et al., 2012).

Vários óleos essenciais têm demonstrado efeito sobre fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., *Fusarium oxysporum* Schlecht e *Alternaria solani* (Ellis & Martin; Jones & Grout) (TAKATSUKA et al., 2003; BALBI PEÑA et al., 2006). Diversas pesquisas com óleos essenciais até o momento tiveram como finalidade, elucidar as propriedades existentes nos referidos óleos extraídos de plantas aromáticas (SOUZA JÚNIOR et al., 2009).

Inúmeros trabalhos são realizados no intuito de encontrar óleos que consigam inibir o crescimento de fungos e assim retardar o aparecimento dos sintomas da doença e que, ao mesmo tempo, consigam atingir uma grande variedade de espécies. Inicialmente esses trabalhos se concentram em estudos *in vitro* sobre o comportamento dos fungos em resposta a presença desses óleos essenciais em meio de cultura (PIMENTEL et al., 2010).

Pesquisas realizadas *in vitro* indicam o potencial de plantas medicinais no controle de fungos fitopatogênicos pertencentes a diferentes grupos taxonômicos, como *C. graminicola*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Phytophthora* sp. (NASCIMENTO et al., 2013).

Vários são os trabalhos demonstrando a efetividade da ação de óleos essenciais no controle de doenças de plantas. Ranashinge et al. (2002) testando o óleo essencial de cravo da Índia comprovaram sua ação antifúngica contra fungos de pós-colheita isolados de banana, *Lasiodiplodia theobromae* (Patouillard) Griffon & Maublanc (sinônimo: *Botryodiplodia theobromae* Pat., *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. (Teleomorfo: *Glomerella musarum* Petch) e *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg. Anaruma et al. (2010) testando 28 óleos essenciais, constataram a atividade de 15 deles contra *Colletotrichum gloeosporioides*, agente da antracnose em maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg).

Nesse contexto, muitos estudos têm explorado produtos vegetais como pesticidas botânicos, pois são mais biodegradáveis que agroquímicos sintéticos (DAN et al., 2010). Originários do metabolismo das plantas, os óleos essenciais possuem uma complexa composição química e são considerados fontes de substâncias biologicamente ativas, principalmente contra micro-organismos (OLIVEIRA et al., 2011). Estes óleos apresentam constituintes complexos e variáveis, como hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas e compostos de enxofre, dentre os quais se destacam os de baixo peso molecular, como os monoterpenos e sesquiterpenos (SIMÕES; SPITZER, 2000; STANGARLIN, 2007).

Dentre os diversos produtos naturais já testados, há um interesse no meio científico pela utilização de óleos essenciais extraídos de vegetais por serem produtos cuja matéria prima é facilmente encontrada na natureza e por eles se mostrarem eficientes no controle de diversos fungos em doses homeopáticas, tornando sua aplicação menos onerosa (MELO et al., 2009).

O Brasil sendo um dos maiores produtores mundiais de milho acaba consequentemente por ser também um dos maiores consumidores de agroquímicos do mundo. Bilhões de dólares são gastos por ano, com a aquisição de produtos para manutenção das lavouras, principalmente no que se refere a fungicidas, que crescem o consumo ano a ano (MENDONÇA, 2015).

Mesmo com a descoberta de novos ingredientes ativos ou a melhoria nas formulações, que propiciaram a diminuição de doses, o uso de fungicidas tem sido

intensificado em virtude do aparecimento de novas doenças, o reaparecimento de antigas doenças ou até mesmo por determinadas doenças, que antes aconteciam endemicamente e que passaram a ter um comportamento epidêmico (GOMES, BORÉM, 2015).

Assim, a restrição ao uso de fungicidas e a crescente exigência por produtos livres de contaminação tem elevado a busca de métodos alternativos de controle (BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; CARVALHO et al., 2008; CELOTO et al., 2011; SARMENTO-BRUM et al., 2013). Consequentemente, com vistas à gestão do meio ambiente, o uso contínuo e indiscriminado de agroquímicos acabam por intensificar desequilíbrios ambientais e causa uma série de problemas relacionados à saúde humana, tais como a contaminação de alimentos, danos à fauna e flora, interrupção do controle biológico natural, uma vez que organismos não alvo podem ser afetados (SOYLU; KURT; SOYLU, 2010), acelera processos de resistência de fungos à fungicidas (FRAQ, 2012), ocasionando surtos de doenças (LEE et al., 2008) e contaminação de recursos hídricos (FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009).

Com este cenário, se faz necessária a busca de medidas alternativas de manejo fitossanitário compatíveis com as premissas do desenvolvimento sustentável. O estudo de medidas alternativas tem se intensificado, com destaque os estudos sobre controle de patógenos a partir do uso de óleos essenciais (TZORTZAKIS; ECONOMAKIS, 2007; DAYAN; CANTRELL; DUKE, 2009; SOYLU; KURT; SOYLU, 2010; LORENZETTI et al., 2013; TRUYLIO, 2015; GABARDO, 2015).

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito de diferentes óleos essenciais e fungicidas sobre o crescimento micelial *in vitro* e o efeito *in vivo* de diferentes óleos essenciais no controle do fungo *Colletotrichum graminicola*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar os diferentes óleos essenciais quanto ao possível efeito fungistático sobre *Colletotrichum graminicola*.

Verificar a melhor concentração dos óleos essenciais no controle da antracnose da folha do milho.

Avaliar possíveis efeitos de fitotoxicidade dos óleos essenciais sobre a cultura do milho.

Verificar o fungicida com melhor performance sobre o controle do fungo causador da antracnose foliar do milho.

Identificar a dose do fungicida que apresenta o melhor desempenho sobre o fitopatógeno em estudo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. EXPERIMENTOS *in vitro*

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Fitopatologia do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) no Paraná entre o período de dezembro de 2014 a maio de 2015.

O isolado de *C. graminicola* utilizado foi cedido pelo laboratório de Genética da UEPG, sendo fornecido na forma de discos de meio de cultura com colônias do fungo, armazenados pelo método de Castellani.

A multiplicação inicial do fungo foi realizada através da transferência dos discos com colônias do fungo para o centro de placas de Petri contendo meio de cultura aveia-ágar (10 g de farinha de aveia, 2,5 g de ágar e 250 mL de água destilada). As placas com as colônias foram incubadas em câmara de crescimento (BOD) submetidas à temperatura de 22°C ( $\pm$  2°C), em regime de fotoperíodo de 12 horas, até a obtenção de colônias esporuladas.

As multiplicações subsequentes do patógeno foram realizadas através da repicagem do fungo por suspensão de esporos em placas de Petri contendo meio de cultura aveia-ágar. As placas com as colônias foram incubadas em BOD até a obtenção de colônias completamente esporuladas. Para obtenção do inóculo foram adicionados 20 mL de água destilada estéril nas placas de Petri contendo colônias esporuladas do fungo e com o auxílio de um pincel as colônias do patógeno foram raspadas superficialmente para a liberação dos conídios e obtenção da suspensão concentrada de esporos.

Para a instalação do experimento foram utilizadas placas de Petri com meio de cultura ágar-aveia e em cada uma dessas placas foi transferido um disco com colônia do fungo na região central da placa e em torno dela, foram acrescidas 4 gotas equidistantes de óleo essencial em diferentes concentrações (Tabela 1). As gotas de 0,05 microlitros foram plaqueadas com auxílio de um pipetador automático, totalizando 0,2 microlitros por placa. Os tratamentos consistiram de 20 diferentes óleos essenciais (vendidos comercialmente) em quatro diferentes concentrações (5, 10, 15 e 20%), além do tratamento testemunha (dose 0%). As repetições foram

caracterizadas por 5 placas de Petri e o delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado. As placas foram mantidas em BOD a 22°C ( $\pm$  2°C), com fotoperíodo de 12 horas.

Os fungicidas utilizados neste experimento foram incorporados diretamente no meio de cultura aveia-ágar fundente (aproximadamente 45°C), no momento em que foram distribuídos nas placas, nas dosagens de 1, 10, 100 e 1000 ppm (Tabela 2).

As avaliações ocorreram em intervalos de 24 horas após a instalação do experimento, e seguiram até o fechamento total das placas pelas colônias do patógeno. A metodologia de avaliação consistiu em medir o crescimento micelial do fungo em dois eixos diametralmente opostos, que compuseram a média, utilizada para a análise estatística dos dados do experimento.

Tabela 1. Relação das famílias e componentes majoritários dos óleos essenciais avaliados no controle de *Colletotrichum graminicola in vitro*. Ponta Grossa, PR 2014/2015.

| Planta                                                 | Família       | Componente majoritário                                 |
|--------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| Alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.)            | Lamiaceae     | Eucaliptol (27,25%)                                    |
| Alfazema ( <i>Lavandula angustifolia</i> Chaix & Kitt) | Lamiaceae     | Linalila (30 a 55%) e Linalol (20 a 36%)               |
| Camomila ( <i>Matricaria chamomilla</i> L.)            | Asteraceae    | Alfa-Bisabolol (78%)                                   |
| Canela ( <i>Cinnamomum zeilanicum</i> Blume.)          | Lauraceae     | Eugenol (53,38%)                                       |
| Capim Limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.)  | Poaceae       | Geranial (38,67%)                                      |
| Citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> )            | Poaceae       | Citronelal (23,7%)                                     |
| Cravo da Índia ( <i>Syzygium aromaticum</i> L.)        | Myrtaceae     | Eugenol (77,81%)                                       |
| Erva cidreira ( <i>Melissa officinalis</i> L.)         | Lamiaceae     | Citronelal (2-40%) e Citral (10-30%)                   |
| Erva doce ( <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.)           | Apiaceae      | Trans-Anetol (75-95%)                                  |
| Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> Labill)         | Myrtaceae     | Monoterpeno 1,8-Cineol (14,55 A 95,61%)                |
| Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> Roscoe)          | Zingiberaceae | Geranial (25,06%), Neral (16,47%), 1,8-Cineol (10,98%) |
| Hortelã ( <i>Mentha</i> spp L.)                        | Lamiaceae     | Carvona E (51,2%)                                      |
| Laranja ( <i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck)            | Rutaceae      | D-Limoneno (94,13%)                                    |
| Lima ( <i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle)  | Rutaceae      | DI-Limoneno (89,08%)                                   |
| Limão Siciliano ( <i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.)   | Rutaceae      | Neral (29,4%) e Limoneno (21,5%)                       |
| Melaleuca ( <i>Melaleuca alternifolia</i> L.)          | Myrtaceae     | Terpinen-4-Ol (26,64 %)                                |
| Menta ( <i>Mentha arvensis</i> L.)                     | Lamiaceae     | Mentol (43,2 a 70,4%)                                  |
| Menta piperina ( <i>Mentha piperita</i> L.)            | Lamiaceae     | Mentol (38,14%) e Mentona (36,96%).                    |
| Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.)                  | Lamiaceae     | Carvacrol (3 a 17%);                                   |
| Tomilho ( <i>Thymus vulgaris</i> L.)                   | Lamiaceae     | Timol (40%)                                            |

Fonte: AZAMBUJA, 2009.

Tabela 2. Nome comercial dos fungicidas utilizados e seus respectivos ingredientes ativos e doses recomendadas para controle de doenças no milho (*Zea mays*) utilizados no experimento. Ponta Grossa/PR, 2014/2015.

|   | Nome Comercial             | Ingrediente ativo                    | Dose (L ha <sup>-1</sup> ) |
|---|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Helmstar Plus <sup>®</sup> | azoxistrobina + tebuconazol          | 0,4                        |
| 2 | Opera Ultra <sup>®</sup>   | piraclostrobina + metconazol         | 0,5 - 0,75                 |
| 3 | Abacus HC <sup>®</sup>     | piraclostrobina + epoxiconazol       | 0,25 - 0,38                |
| 4 | Standack Top <sup>®</sup>  | piraclostrobina + tiofanato metílico | 0,05                       |
| 5 | Orkestra <sup>®</sup>      | piraclostrobina + fluxapiroxade      | 0,25-0,35                  |

Fonte: AGROFIT (2016).

Para o cálculo do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) foi utilizada fórmula sugerida por Maguire (1962):  $IVCM = \Sigma(D-D_a)/N$ , em que: IVCM = Índice de velocidade de crescimento micelial, D = Diâmetro médio atual,  $D_a$  = Diâmetro médio anterior e N = Número de dias após a inoculação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p=0,01$ ), as médias foram comparadas entre óleos essenciais e entre os fungicidas pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software Sasm-Agri<sup>®</sup> (CANTERI et al., 2001).

### 3.2. EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

Para a etapa em casa de vegetação foram conduzidos dois experimentos, o primeiro preliminar com base nos resultados de Mafra e Dalla Pria (2013) e o segundo baseado nos resultados obtidos em experimentos com óleos *in vitro*.

#### 3.2.1 Experimento 1

O primeiro experimento foi conduzido em casa de vegetação da UEPG. A concentração dos óleos essenciais utilizada foi previamente testada *in vitro* no controle de *C. graminicola* por Mafra e Dalla Pria (2013), e utilizada neste experimento para teste *in vivo*, óleo essencial de eucalipto (*Corymbia citriodora*) a 0,3%; óleo essencial de nim (*Azadirachta indica*) a 1% e óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) a 0,1%.

Para avaliação dos óleos *in vivo*, a cultura do milho, cultivar AG 8051 foi conduzida em vasos plásticos de 3 litros, com substrato esterilizado, onde foram colocadas 5 sementes de milho. Vinte dias após a germinação, as plantas foram desbastadas, permanecendo uma planta/vaso que foram pulverizadas manualmente com os tratamentos descritos na Tabela 3. O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições.

Tabela 3. Tratamentos utilizados no controle da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na cultura do milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, 2014/2015.

| Tratamentos                                         | Concentração do óleo |
|-----------------------------------------------------|----------------------|
| 1. testemunha (água)                                | -                    |
| 2. óleo de tomilho ( <i>Thymus vulgaris</i> )       | 0,1%                 |
| 3. óleo de eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ) | 0,3%                 |
| 4. suspensão do patógeno                            | -                    |
| 5. tomilho + suspensão do patógeno                  | 0,1%                 |
| 6. eucalipto + suspensão do patógeno                | 0,3%                 |
| 7. suspensão do patógeno + tomilho                  | 0,1%                 |
| 8. suspensão do patógeno + eucalipto                | 0,3%                 |
| 9. eucalipto + 24 h + suspensão do patógeno         | 0,3%                 |
| 10. tomilho + 24 h + suspensão do patógeno          | 0,1%                 |
| 11. nim + 24 h + suspensão do patógeno              | 1,0%                 |
| 12. suspensão do patógeno + 24 h + eucalipto        | 0,3%                 |
| 13. suspensão do patógeno + 24 h + tomilho          | 0,1%                 |

O inóculo do patógeno foi obtido de colônias produzidas em meio aveia-ágar e a concentração da suspensão utilizada foi de  $2,0 \times 10^5$  conídios mL<sup>-1</sup>, calibrada em câmara de Neubauer. A aplicação foi realizada com pulverizador manual, até o ponto de escorrimento. Após a inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida por 24 horas em casa de vegetação.

As plantas foram avaliadas diariamente até o surgimento dos sintomas da antracnose e até a esporulação do patógeno nas lesões. A severidade (porcentagem de tecido coberta pelos sintomas) foi determinada semanalmente e com os dados obtidos foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott ( $P > 0,5$ ) pelo software Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001).

### 3.2.2 Experimento 2

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação da UEPG. A concentração dos óleos essenciais utilizada foi previamente testada *in vitro* no controle de *C. graminicola*, e utilizada neste experimento para teste *in vivo* (Tabela 4).

Tabela 4. Tratamentos com óleos essenciais utilizados no controle da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na cultura do milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, 2016.

| Tratamentos                                              | Concentração do óleo |
|----------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. Testemunha (água)                                     | -                    |
| 2. Suspensão do patógeno                                 | -                    |
| 3. Tomilho ( <i>Thymus vulgaris</i> L.)                  | 10%                  |
| 4. Capim limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.) | 10%                  |
| 5. Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> Roscoe)         | 10%                  |
| 6. Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> Labill)        | 10%                  |
| 7. Erva cidreira ( <i>Melissa officinalis</i> L.)        | 15%                  |
| 8. Citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> )           | 15%                  |
| 9. Cravo da Índia ( <i>Syzigium aromaticum</i> L.)       | 15%                  |
| 10. Canela ( <i>Cinnamomum zeilanicum</i> Blume.)        | 15%                  |
| 11. Hortelã ( <i>Mentha</i> spp L.)                      | 15%                  |
| 12. Erva doce ( <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.)         | 20%                  |
| 13. Citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> )          | 20%                  |
| 14. Erva cidreira ( <i>Melissa officinalis</i> L.)       | 20%                  |
| 15. Cravo da Índia ( <i>Syzigium aromaticum</i> L.)      | 20%                  |
| 16. Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> L.)                | 20%                  |
| 17. Hortelã ( <i>Mentha</i> spp L.)                      | 20%                  |

Para avaliação dos óleos *in vivo*, a cultura do milho foi conduzida em vasos plásticos de 3 litros, com substrato esterilizado, onde foram colocadas 3 sementes de milho. Vinte dias após a germinação, as plantas foram desbastadas, permanecendo uma planta/vaso que foram inoculadas com o patógeno e em seguida pulverizadas com os diferentes óleos essenciais. O delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado, com quatro repetições.

O inóculo do patógeno foi obtido de colônias produzidas em meio ágar-aveia e a concentração da suspensão utilizada foi de  $2,0 \times 10^5$  conídios mL<sup>-1</sup>, calibrada em câmara de Neubauer. Os tratamentos com os óleos foram realizados logo em seguida à inoculação do patógeno. Para aplicação dos óleos essenciais foram

pulverizados com borrifadores manuais. Após a inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida por 24 horas em casa de vegetação.

Decorridas vinte e quatro horas após a aplicação iniciou-se a avaliação utilizando-se a seguinte escala de fitotoxicidade adaptada (COGLIATTI et al., 2011; DEQUECH et al. 2008; FREITAS et al. 2009): 0% = ausência de fitotoxicidade; 1 a 25% = início de clorose a nas folhas; 26 a 50% = clorose comprometendo parte das folhas; 51 a 75% = acentuada clorose em várias áreas nas folhas; 76 a 100% = clorose avançada, podendo incidir em murcha total da planta e sintomas de necrose.

As plantas foram avaliadas diariamente quanto aos efeitos de fitotoxicidade, bem como o surgimento dos sintomas da antracnose e até a esporulação do patógeno nas lesões, a severidade (porcentagem de tecido coberta pelos sintomas) foi determinada semanalmente através de avaliação visual onde 0% significava ausência de sintomas e 100% significava planta totalmente coberta por sintomas da doença. Com os dados obtidos foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias entre os óleos e a interação entre doses e concentrações dos óleos essenciais pelo teste de Scott-Knott ( $P > 0,1$ ) com auxílio do software Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001) e entre concentrações por regressão pelo software Microsoft Excel<sup>®</sup>.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTOS *in vitro*

De acordo com a análise estatística houve interação entre os diferentes óleos essenciais e as concentrações utilizadas (Tabelas 5 e 6). Na dose de 5% observou-se diferença estatística entre os óleos, os menores IVC encontrados em: canela, citronela, cravo da Índia, eucalipto, laranja, lima, menta e orégano, todos estatisticamente iguais entre si (Tabela 5). Os demais óleos também foram iguais entre si, mas com IVC maiores. Dentre esses óleos, d-limoneno é o componente majoritário coincidente entre laranja e lima.

Para a concentração de 10% os menores IVC foram observados nos tratamentos com canela, capim limão, citronela, cravo da Índia, erva cidreira, erva doce, eucalipto, hortelã, limão siciliano, menta, orégano e tomilho, todos iguais entre si. Desses óleos, todos aqueles pertencentes às famílias Lamiaceae e Poaceae, independente do componente majoritário, apresentaram efeito sobre o patógeno. Melaleuca que possui terpinen (26,64%) como componente majoritário (Tabela 1), foi o óleo essencial com maior IVC, quando comparada aos outros 19 óleos (Tabela 5). Resultado semelhante foi encontrado no trabalho de Azizi et al. (2008) onde melaleuca também não apresentou eficiência no controle do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) no morango e no tomate.

Para a concentração de 15%, foram verificados os menores IVC entre os óleos de canela, cravo da Índia, erva cidreira, erva doce, eucalipto, menta, orégano e tomilho, estatisticamente iguais entre si. Os demais óleos não diferiram estatisticamente entre si e foram os tratamentos com os maiores IVC (Tabela 5).

Com concentração de 15%, dentre os oito óleos utilizados da família Lamiaceae (alecrim, alfavaca, erva cidreira, hortelã, menta, menta piperina, orégano e tomilho), quatro deles (erva cidreira, menta, orégano e tomilho) estavam entre os tratamentos que apresentaram menor IVC. Entre os óleos de menta, houve diferença de eficiência e foi *Mentha arvensis* que apresentou maior efeito fungistático, o que leva a crer que a concentração de mentol (43,2 a 70,4%) em sua composição pode ter sido o influenciador deste resultado para esta dose. No entanto

este efeito não foi confirmado nas demais concentrações utilizadas neste trabalho (Tabelas 1 e 5).

Trabalhos similares a este tem demonstrado que óleos essenciais de plantas da família Lamiaceae, orégano, lavanda e alecrim, demonstraram efeito no controle de *B. cinerea* em tomate, sendo o óleo de orégano o mais eficiente em estudo realizado por Soyulu et al. (2010).

Tabela 5. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Colletotrichum graminicola* em diferentes concentrações de óleos essenciais. Ponta Grossa/PR, 2015.

| Tratamento      | Concentração (%) |         |         |         |         |  |
|-----------------|------------------|---------|---------|---------|---------|--|
|                 | 0%               | 5%      | 10%     | 15%     | 20%     |  |
| Alecrim         | 1,29 aA          | 1,18 aA | 1,21 bA | 1,10 aA | 1,21 aA |  |
| Alfazema        | 1,29 aA          | 1,26 aA | 1,25 bA | 1,29 aA | 1,25 aA |  |
| Camomila        | 1,29 aA          | 1,08 aB | 1,08 bB | 1,00 aB | 1,09 bB |  |
| Canela          | 1,29 aA          | 0,90 bB | 0,85 cB | 0,78 bC | 0,76 dC |  |
| Capim limão     | 1,29 aA          | 1,08 aA | 0,89 cB | 1,23 aA | 0,83 cB |  |
| Citronela       | 1,29 aA          | 0,91 bB | 0,95 cB | 1,00 aB | 1,06 bB |  |
| Cravo da Índia  | 1,29 aA          | 0,90 bB | 0,87 cB | 0,88 bB | 0,75 dC |  |
| Erva cidreira   | 1,29 aA          | 1,06 aB | 0,97 cC | 0,82 bD | 0,69 dD |  |
| Erva doce       | 1,29 aA          | 1,21 aA | 0,95 cB | 0,79 bB | 0,92 cB |  |
| Eucalipto       | 1,29 aA          | 0,90 bB | 0,87 cB | 0,88 bB | 0,88 cB |  |
| Gengibre        | 1,29 aA          | 1,34 aA | 1,21 bA | 1,10 aA | 1,33 aA |  |
| Hortelã         | 1,29 aA          | 1,23 aA | 1,03 cB | 1,06 aB | 0,94 cB |  |
| Laranja         | 1,29 aA          | 1,00 bB | 1,17 bA | 1,23 aA | 1,08 bB |  |
| Lima            | 1,29 aA          | 1,00 bA | 1,14 bA | 1,10 aA | 1,23 aA |  |
| Limão Siciliano | 1,29 aA          | 1,23 aA | 1,04 cA | 1,06 aA | 1,09 bA |  |
| Melaleuca       | 1,29 aA          | 1,19 aA | 1,50 aA | 1,04 aA | 1,20 aA |  |
| Menta           | 1,29 aA          | 0,85 bC | 0,90 cB | 0,90 bB | 0,83 cC |  |
| Menta Piperina  | 1,29 aA          | 1,22 aA | 1,19 bA | 1,09 aA | 1,09 bA |  |
| Orégano         | 1,29 aA          | 0,85 bB | 0,87 cB | 0,90 bB | 0,75 dC |  |
| Tomilho         | 1,29 aA          | 1,17 aA | 0,79 cB | 0,73 bB | 0,70 dB |  |
| C. V.%          | 1,27             | 11,59   | 11,78   | 15,24   | 11,73   |  |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula em linha não diferem entre si pelos testes de Scott - Knott, ao nível de 1% de probabilidade; C.V.= coeficiente de variação.

Na concentração de 20% de óleos essenciais, observou-se que os menores IVC foram encontrados nos tratamentos com os óleos: canela, cravo da Índia, erva cidreira, orégano e tomilho. Estes foram seguidos pelos óleos de capim limão, erva doce, eucalipto, hortelã e menta, com índices (ICVM) variando entre 0,83 e 0,94. Por sua vez, foram os óleos de alecrim, alfazema, gengibre, lima e melaleuca que apresentaram os maiores IVC para esta concentração (Tabela 5).

Sobre a ótica dos componentes majoritários dos óleos (Tabela 1), percebe-se que entre os menores IVC, estão cravo da Índia e canela cujo componente majoritário presente é eugenol. Da família lamiaceae, apenas os óleos com citronelal (erva cidreira), carvacrol (orégano) e timol (tomilho) compuseram esses resultados.

Lorenzetti et al. (2011) relacionaram em seu trabalho com óleos essenciais que o efeito fungistático e fungicida apresentados pelos óleos podem estar relacionados à presença de componentes majoritários. Óleos essenciais podem conter componentes químicos em diferentes concentrações, geralmente um composto majoritário e outros em menor quantidade (SIMÕES; SPITZER, 2000). Componentes majoritários, como o citral e o eugenol, demonstram efeito fungicida semelhante a óleos que possuem em sua composição tais compostos (COMBRINCK; REGNIER; KAMATOU, 2011).

Ressalta-se sobre essas avaliações (Tabelas 1 e 5) que apenas os óleos essenciais de canela e cravo da Índia, a base de eugenol, e orégano, a base de carvacrol, apresentaram efeito inibitório no crescimento micelial do fungo, independentemente da concentração utilizada. Foi possível perceber que os óleos de citronela de componente majoritário o citronelal; e laranja e lima, ambos a base de DL-Limoneno em alta concentração, apresentaram efeito sobre o IVC apenas nas menores concentrações 5 e 10%. Por sua vez, tomilho (timol) e erva-cidreira (citronelal) apresentaram melhor desempenho nas maiores concentrações.

O eugenol é um líquido fracamente amarelado, que escurece ao ar, com aroma de cravo da Índia, e com sabor ardente e picante. Este é muito usado como agente antimicrobiano, agente bactericida e fungicida (ASCENÇÃO; MOUCHREK FILHO, 2013; BURT, 2014). Óleos ricos em eugenol, como é o caso do óleo de cravo da Índia, mostraram-se também eficientes no controle de diversos patógenos pós-colheita de frutas, dentre eles *Botrytis cinerea* na uva (COMBRINCK et al., 2011; LORENZETTI et al., 2011).

Existem relatos sobre a atividade antifúngica dos óleos essenciais de citronela (PERINI et al., 2011; PEREIRA et al., 2011), capim limão (FIORI et al., 2000), erva-cidreira (TAGAMI et al., 2009) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) (PEREIRA et al., 2006; HUSSAIN et al., 2010; TYAGI; MALIK, 2011).

Neste trabalho foi observado que não responderam ao aumento de concentração os óleos essenciais de: alecrim, alfavaca, gengibre, lima, limão siciliano, menta piperina e melaleuca, pois além de não diferirem entre as concentrações, todos foram iguais à testemunha. Os óleos essenciais de camomila, citronela e eucalipto, tiveram igualdade estatística entre as diferentes concentrações.

utilizadas, porém estas foram diferentes do tratamento testemunha (concentração 0%) (Tabela 5).

Os óleos essenciais de canela e erva cidreira tiveram melhor performance sobre o controle do patógeno, entre as maiores concentrações (15 e 20%); já cravo da índia e orégano se destacaram pelo IVC observado na concentração mais alta (20%). Para capim limão, laranja e menta, os resultados não possuem explicação biológica (Tabela 5).

A média de dias que o tratamento testemunha levou para o fechamento total das placas foi 8,4 dias. Foi possível observar que houve interação entre os óleos e concentrações (Tabela 6) nos tratamentos com: canela, cravo da índia, orégano (estatisticamente iguais entre si), erva cidreira, erva doce e tomilho (também estatisticamente iguais entre si), onde as diferentes doses apresentaram performances distintas dentro de cada óleo (Figura 1).

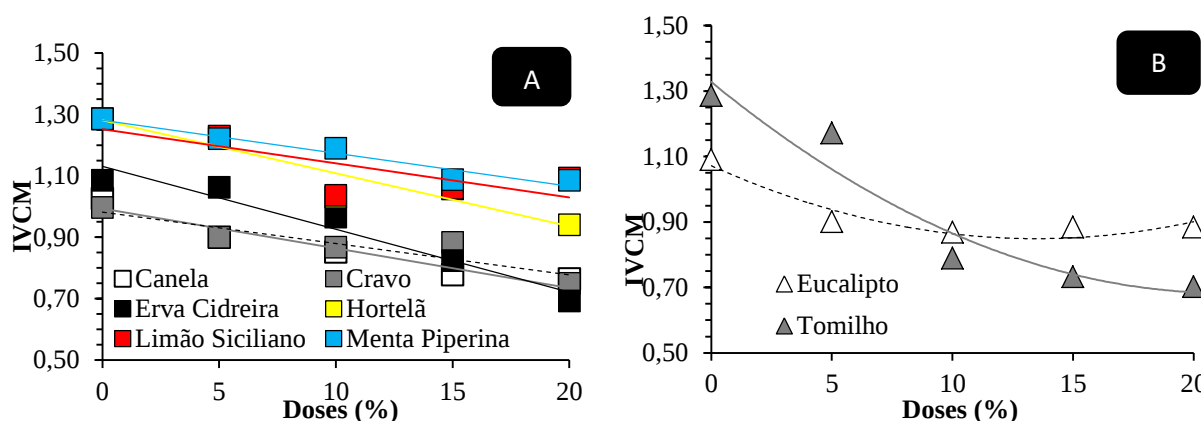


Figura 1. Concentração de diferentes óleos essenciais sobre o Índice de velocidade de crescimento micelial (A=linear e B=quadrático) de *Colletotrichum graminicola*. Ponta Grossa-PR. 2014/15.

Tiveram um comportamento linear quanto a inibição do crescimento micelial de *C. graminicola*, 6 dos 20 óleos utilizados, sendo eles os óleos essenciais de canela, cravo da índia, erva cidreira, hortelã, limão siciliano e menta piperina, a medida que a concentração era aumentada (Figura 1).

Foi possível verificar que para os óleos essenciais de capim limão, erva doce, gengibre, laranja e melaleuca, todas as curvas de regressão tiveram um comportamento cúbico, não esclarecendo nitidamente seus comportamentos frente ao patógeno através das concentrações utilizadas. Na avaliação entre doses, foi

observado, que para o óleo de eucalipto (Figura 1B), o menor ICV foi para a dose de 10% e nela foi estabilizado, não respondendo para o aumento das concentrações (15% e 20%) e para o óleo essencial de tomilho, a curva também foi quadrática, porém percebeu-se menor IVC na concentração de 20%.

Tabela 6. Equações de regressões obtidas com diferentes concentrações de óleos essenciais em *Colletotrichum graminicola*. Ponta Grossa/PR. 2014/2015.

| Óleo Essencial  | Regressão                                          | R <sup>2</sup> |
|-----------------|----------------------------------------------------|----------------|
| Canela          | $\hat{y} = -0,013x + 0,993$                        | 0,93           |
| Capim limão     | $\hat{y} = -0,0004x^3 + 0,010x^2 - 0,071x + 1,114$ | 0,45           |
| Cravo da Índia  | $\hat{y} = -0,010x + 0,982$                        | 0,84           |
| Erva cidreira   | $\hat{y} = -0,021x + 1,131$                        | 0,95           |
| Erva doce       | $\hat{y} = 0,0004x^3 - 0,011x^2 + 0,048x + 1,175$  | 0,99           |
| Eucalipto       | $\hat{y} = 0,001x^2 - 0,033x + 1,072$              | 0,91           |
| Gengibre        | $\hat{y} = 0,0004x^3 - 0,009x^2 + 0,050x + 1,288$  | 0,99           |
| Hortelã         | $\hat{y} = -0,017x + 1,281$                        | 0,90           |
| Laranja         | $\hat{y} = -0,0003x^3 + 0,007x^2 - 0,050x + 1,022$ | 0,98           |
| Limão siciliano | $\hat{y} = -0,011x + 1,252$                        | 0,64           |
| Melaleuca       | $\hat{y} = 0,0002x^3 - 0,008x^2 + 0,076x + 1,129$  | 0,27           |
| Menta piperina  | $\hat{y} = -0,011x + 1,281$                        | 0,94           |
| Tomilho         | $\hat{y} = 0,0014x^2 - 0,060x + 1,328$             | 0,93           |

Sobre as médias de crescimento micelial realizadas aos 9 dias após a instalação do experimento, foi verificado com base na concentração de 5% que o óleo de menta obteve a menor média do período. O mesmo foi observado para erva doce na concentração de 10%, de canela na concentração de 15% e na concentração de 20% para os óleos essenciais de erva doce e eucalipto (Tabela 7).

Não foi observado efeito antifúngico sobre o crescimento micelial de *C. graminicola* na concentração de 5% entre os óleos de alecrim, alfavaca, camomila, capim limão, erva cidreira, erva doce, gengibre, hortelã, laranja, lima, limão siciliano, melaleuca, menta piperina, e tomilho, pois não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 7).

A mesma ausência do efeito antifúngico pode ser observada na concentração de 10% entre os óleos de alecrim, alfavaca, camomila, canela, capim limão, citronela, cravo da Índia, erva cidreira, eucalipto, gengibre, hortelã, laranja, lima, limão siciliano, melaleuca, menta, menta piperina, orégano e tomilho, pois não

apresentaram diferença estatística quando comparados ao tratamento testemunha (Tabela 7).

Tabela 7. Média do crescimento micelial de *Colletotrichum graminicola* em presença de 20 óleos essenciais em diferentes concentrações aos 9 dias após instalação do experimento. Ponta Grossa/PR. 2014/2015.

| Tratamentos     | 5%   |     | 10%   |    | 15%   |    | 20%  |    |
|-----------------|------|-----|-------|----|-------|----|------|----|
| Alecrim         | 9,00 | aA* | 9,00  | aA | 8,86  | aA | 9,00 | aA |
| Alfazema        | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 9,00 | aA |
| Camomila        | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 8,93 | aA |
| Canela          | 8,60 | bA  | 8,23  | aA | 6,44  | cB | 4,66 | cC |
| Capim Limão     | 9,00 | aA  | 8,44  | aA | 9,00  | aA | 6,91 | bB |
| Citronela       | 8,58 | bA  | 8,50  | aA | 8,85  | aA | 8,84 | aA |
| Cravo da Índia  | 8,57 | bA  | 8,41  | aA | 8,59  | aA | 3,66 | dB |
| Erva Cidreira   | 8,91 | aA  | 8,27  | aA | 7,28  | bB | 0,05 | eC |
| Erva Doce       | 9,00 | aA  | 6,38  | bA | 7,52  | bA | 0,07 | eB |
| Eucalipto       | 8,57 | bA  | 8,30  | aA | 8,38  | aA | 8,39 | aA |
| Gengibre        | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 8,70  | aA | 9,00 | aA |
| Hortelã         | 9,00 | aA  | 8,99  | aA | 9,00  | aA | 7,64 | bB |
| Laranja         | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 9,00 | aA |
| Lima            | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 9,00 | aA |
| Limão Siciliano | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 9,00 | aA |
| Melaleuca       | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 9,00 | aA |
| Menta           | 8,04 | dA  | 8,40  | aA | 8,39  | aA | 8,02 | bA |
| Menta Piperina  | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 8,79  | aA | 8,71 | aA |
| Orégano         | 8,29 | cA  | 8,40  | aA | 8,39  | aA | 4,15 | dB |
| Testemunha      | 9,00 | aA  | 9,00  | aA | 9,00  | aA | 9,00 | aA |
| Tomilho         | 8,82 | aA  | 8,82  | aA | 8,82  | aA | 8,82 | aA |
| C. V. %         | 1,72 |     | 12,97 |    | 11,30 |    | 15,6 |    |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula em coluna e maiúscula em linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C. V.= coeficiente de variação.

Já na concentração de 15%, apenas diferem da testemunha, os tratamentos com canela, erva cidreira e erva doce, os demais são todos estatisticamente iguais à testemunha. Com 20% de concentração, são os óleos de canela, capim limão, cravo da Índia, erva cidreira e erva doce, hortelã, menta e orégano, àqueles que se diferenciaram da testemunha, demonstrando então uma ação inibitória sobre o crescimento micelial do patógeno *C. graminicola* (Tabela 7). Foi possível verificar que apenas os óleos essenciais de canela, capim limão, cravo da Índia, erva cidreira, erva doce, hortelã e orégano, apresentaram os melhores resultados sobre a média de crescimento micelial, todos na concentração de 20%.

Diversos autores trabalhando com controle alternativo de doenças de plantas encontraram resultados promissores para os óleos essenciais de canela (RIBEIRO et al., 2013), *Eucalipto globulus* (DARONCO, 2013), manjerona (FIALHO, 2015), melaleuca (FRASSON et al., 2010), menta piperita (CHAGAS et al., 2014), orégano

(MALLET et al., 2014) e tomilho branco (PERINA et al., 2014), mostrando a atividade antifúngica destes óleos essenciais sobre diversos patógenos de plantas.

Os dados deste trabalho, confirmam resultados de Lorenzetti et al. (2011) no qual o componente majoritário limoneno, não apresentou satisfatória atividade fungicida ou fungistática, assim como em outros patossistemas avaliados (fruteiras) por Rozwalka (2010) e Combrinck et al. (2011).

Sobre os tratamentos com os óleos essenciais de erva doce e erva cidreira, ambos a 20%, percebeu-se que as placas não apresentaram crescimento micelial evidenciado, subentendendo o efeito de toxicidade pronunciado sobre o patógeno (Tabela 6 e Figura 1). Tagami et al. (2009), em estudo semelhante de fungitoxidade de extratos brutos de erva cidreira no desenvolvimento *in vitro* de fungos, demonstraram que os extratos testados apresentaram ação fungitóxica sobre o crescimento micelial do fungo *C. graminicola* e *C. gloeosporioides* (FERREIRA et al., 2014). O melhor efeito fungistático dos óleos essenciais foram identificadas nos tratamentos com canela 15%; canela, cravo da índia, orégano e tomilho a 20% de concentração, onde as colônias levaram 15 dias para fecharem totalmente das placas.

Considerando que o tratamento testemunha, levou em média, 8,4 dias para fechamento total das placas, todos os tratamentos com óleos essenciais que tiveram fechamento antes desta data, foram de certa forma biotônicos para o crescimento micelial mais acelerado (alecrim, gengibre, alfazema, hortelã, menta piperina, tomilho, capim limão, limão siciliano e erva doce a 5%; malaleuca, erva doce, alecrim, limão siciliano, alfazema, gengibre, menta piperina, laranja, lima a 10%; erva doce, alfazema, alecrim, lima, laranja, capim limão e malaleuca a 15% e alecrim, gengibre, limão siciliano, alfazema e malaleuca a 20% de concentração.)

Os tratamentos com camomila a 5, 10 e 20%, gengibre 15%, menta piperina 15% e laranja 20% de concentração, apresentaram exatamente o mesmo tempo de fechamento que o tratamento testemunha (8,4 dias), entende-se, portanto, que todos os demais tratamentos com óleos essenciais apresentaram algum efeito retardatário do crescimento micelial de *C. graminicola*.

Levaram mais de 10 dias para o fechamento total das placas, os tratamentos com cravo da índia, eucalipto, canela, orégano, menta a 5%; menta, orégano, cravo da índia, eucalipto, canela, tomilho a 10%; orégano, menta, cravo da índia, eucalipto,

erva cidreira e tomilho a 15% e eucalipto, menta e capim limão a 20% de concentração. Óleos essenciais de canela, capim limão, cravo da Índia, eucalipto, melaleuca e menta também apresentaram controle eficiente sobre *Alternaria solani*, tanto em condições *in vitro* como em condições de campo em trabalho realizado por Abreu (2006).

A capacidade de inibição reduzida, apresentada por alguns óleos, como menta piperina e hortelã, pode ser atribuída a ineficiência sobre o patógeno ou mesmo, pode estar ligada à volatilização dos constituintes químicos dos extratos e/ou à instabilidade dos mesmos, na presença de luz, calor, ar e umidade no interior das placas de Petri, como encontrado em trabalho de Simões e Spitzer (2000).

Capim limão pertencente à família botânica Poaceae apresentam monoterpenóides semelhantes em sua composição, demonstrando controle de *B. cinerea* em trabalho realizado por Lorenzetti et al. (2011), considerando estes monoterpenóides como componentes majoritários destas espécies, o geraniol e citral, é possível que a ação fungicida apresentada esteja relacionada à estes constituintes químicos. O óleo de capim limão também possui importantes registros quanto à ação fungicida. Nguefack et al. (2004) avaliando o efeito do óleo essencial de capim limão no crescimento micelial de fungos, observaram a redução de 64% do desenvolvimento de *Fusarium moniliforme* na concentração de 200 ppm, *Aspergillus flavus* em 48% e *Aspergillus fumigatus* em 77% na concentração de 500 ppm, além de inibição total em 300 ppm para *F. moniliforme* e 1200 ppm para *A. flavus* e *A. fumigatus*.

Quando os óleos foram avaliados entre as doses utilizadas, o que se pode observar foi que independente da concentração utilizada, não foram responsivos sobre o controle do crescimento micelial de *C. graminicola* os óleos essenciais de alecrim, alfavaca, camomila, citronela, lima, menta e orégano.

Pinto et al. (2010), ao utilizarem óleo essencial de cravo da Índia da Índia e tomilho para controlar o fungo *C. gloeosporioides*, verificaram inibição de 100% de crescimento do fungo para o óleo de cravo da Índia em todas as concentrações e inibição do crescimento no óleo de tomilho a medida que a concentração desse óleo era aumentada. No entanto, nem todos os óleos essenciais funcionam como inibidores diretos de fungos, ou seja, não possuem efeito fungitóxico ou fungistático (SOUSA; SERRA; MELO, 2012).

Diversas pesquisas foram realizadas abordando o efeito de diferentes concentrações de óleos essenciais em outros patossistemas *in vitro*, como a atividade fungitóxica sobre de inibição no desenvolvimento de patógenos como *Crinipellis perniciosus*, agente causal da vassoura-de-bruxa do cacauzeiro, pelos óleos de *Piper dilatatum*, *P. callosum* e *P. marginatum* var. *anisatum* (SILVA; BASTOS, 2007).

Os óleos essenciais de eucalipto citriodora, citronela, nim (*Azadirachta indica*) e tomilho inibiram em 100% os uredinosporos de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem da soja. Pessoa; Oliveira e Innecco (1996), utilizando o óleo essencial de alecrim-pimenta a 10%, observaram inibição do crescimento micelial dos fungos *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum*, *C. gloesporioides* e *Rhizopus* sp. em testes *in vitro*.

Em relação aos fungicidas (Tabela 8) verificou-se que na testemunha (dose 0), não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto ao IVC do patógeno. Na concentração de 1 ppm de produto, observou-se que esta dose impediu o crescimento de *C. graminicola*, para piraclostrobina + metconazol (estrobilurina + triazol) pois o IVC foi igual a zero.

Tabela 8. Índice de velocidade de crescimento micelial de *Colletotrichum graminicola* sobre diferentes fungicidas em diferentes doses. Ponta Grossa/PR. 2014/2015.

| Fungicidas                           | Dose (ppm) |         |        |         |         |
|--------------------------------------|------------|---------|--------|---------|---------|
|                                      | 0          | 1       | 10     | 100     | 1000    |
| azoxistrobina + tebuconazol          | 0,86 ns    | 0,44 c* | 0,00 b | 0,00 ns | 0,00 ns |
| piraclostrobina + metconazol         | 0,86       | 0,00 e  | 0,00 b | 0,00    | 0,00    |
| piraclostrobina + epoxiconazol       | 0,86       | 0,68 b  | 0,12 a | 0,00    | 0,00    |
| piraclostrobina + tiofanato metílico | 0,86       | 0,86 a  | 0,08 a | 0,08    | 0,08    |
| piraclostrobina + fluxapiroxade      | 0,86       | 0,25 d  | 0,10 a | 0,00    | 0,00    |
| C.V. (%)                             | -          | 2,23    | 1,15   | -       | -       |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelos testes de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade; ns=não significativo; C.V.=coeficiente de avaliação.

Os fungicidas utilizados no controle de doenças foliares em milho atualmente estão restritos a poucos grupos químicos, entre eles as estrobilurinas, triazóis, benzimidazóis e carboxamidas, no entanto são as estrobilurinas e triazóis os mecanismos de ação mais usados tanto isolados quanto em misturas (SHAH; DILLARD, 2010) (SILVA; SCHIPANSKI, 2007).

Os triazóis em seu mecanismo de ação envolve a inibição da biossíntese do ergosterol, danificando as membranas celulares do fungo, e possuem ação protetora (não significativa), curativa e erradicante. Já as estrobilurinas, segundo Reis; Reis e Carmona (2010) atuam inibindo a respiração mitocondrial dos fungos interferindo na produção de ATP. A germinação de esporos é a fase do ciclo biológico dos fungos com maior sensibilidade às estrobilurinas, segundo o FRAC (2015). Estas características unidas em mistura, tem promovido eficiência no controle de patógenos, assim como incrementos na produtividade (COSTA; COTA, 2009). Acredita-se que esta característica multisítio justifica os resultados observados neste trabalho.

O maior IVC para 1 ppm foi encontrado para piraclostrobina + tiofanato metílico (Tabela 8). Para a concentração de 10 ppm verificou-se que não houve crescimento micelial do patógeno para os tratamentos com azoxistrobina + tebuconazol e piraclostrobina + metconazol, já para os demais tratamentos o IVC variou entre 0,08 e 0,12.

Para as concentrações de 100 e 1000 ppm, verificou-se igualdade estatística entre todos os tratamentos, nos tratamentos com azoxistrobina + tebuconazol, piraclostrobina + metconazol, piraclostrobina + epoxiconazol e piraclostrobina + fluxapiroxade, não houve crescimento micelial do patógeno (Tabela 8). No Brasil vários autores já relataram o controle de doenças com misturas de estrobilurinas e triazóis com controle satisfatório (JULIATTI et al., 2004; COSTA, 2007; BRITO, 2010, 2012; TROJAN; VENANCIO, 2016). Em campo, no trabalho realizado por Uebel (2015) com diversos híbridos de milho, fluxapiroxade + piraclostrobina apresentaram os menores valores de AACPC, demonstrando a eficiência da mistura.

Os fungicidas pertencentes ao grupo químico das carboxamidas (fluxapiroxade) foram os primeiros fungicidas descobertos com atividade sistêmica. Estes compostos inibem a succinato desidrogenase, uma importante enzima na respiração mitocondrial dos fungos (AGRIOS, 2004; FRAC, 2015). O fungicida apresenta ainda ação preventiva, de longo período residual e também atividade curativa. Combinações com outros fungicidas como epoxiconazol e piraclostrobina promovem melhora no controle de doenças e manejo da resistência de fungos à fungicidas (SEMAR et al., 2011).

Os benzimidazóis (tiofanato metílico) são fungicidas que atuam na divisão celular de fungos, interrompendo o ciclo mitótico. Na realidade, impedem a formação da placa metafásica durante a divisão celular (JULIATTI, 2015).

Dentro de um manejo integrado de doenças, além de todas as práticas que visam a prevenção, o uso de produtos químicos como fungicidas tornaram-se uma das ferramentas de grande importância no manejo de doenças na cultura do milho (UEBEL, 2015). São muitos os produtos registrados para o controle de doenças na cultura do milho no Brasil. No entanto, é importante se fazer o bom uso dessa ferramenta, já que o uso indiscriminado e sem critérios técnicos importantes, como escolha correta do produto, momento e dose de aplicação, podem levar a problemas de falha de controle e favorecer a resistência de patógenos aos produtos químicos (MORATELLI et al., 2015). Dentro dessa ótica, é imprescindível o uso de diferentes grupos químicos visando evitar o surgimento de resistência por partes dos microrganismos fitopatogênicos (FRAQ, 2012).

Sobre a avaliação entre doses, a curva de regressão sobre azoxistrobina + tebuconazol, demonstra que houve controle total do crescimento micelial de *C. graminicola* com a dose de 10 ppm e que não houve mudança no efeito do produto entre as doses de 10 a 1000 ppm (Figura 2). Quanto a piraclostrobina + epoxiconazol, crescimento micelial do fungo respondeu positiva ou negativamente ao aumento da concentração de 1 e 100 ppm e que a partir daí o controle foi mantido. O mesmo comportamento foi observado para piraclostrobina + tiofanato metílico (Figura 2).

Quando avaliado piraclostrobina + fluxapiroxade (Figura 2), não houve diferença de controle entre as concentrações de 1 e 10 ppm, no entanto entre as concentrações de 10 e 100 ppm houve uma evolução no controle do patógeno e este controle foi mantido na concentração de 1000 ppm. Assim como a mistura triazól + estrobilurina, o fungicida contendo ingrediente ativo do grupo das carboxamidas foi eficiente, corroborando com os resultados de experimentos realizados por Uebel (2015).

Considerando que todos os fungicidas testados são mais efetivos quando usados preventivamente, pela presença das estrobilurinas nas misturas, isto pode ter contribuído para o controle eficiente de *C. graminicola* em relação ao fungo avaliado no experimento.

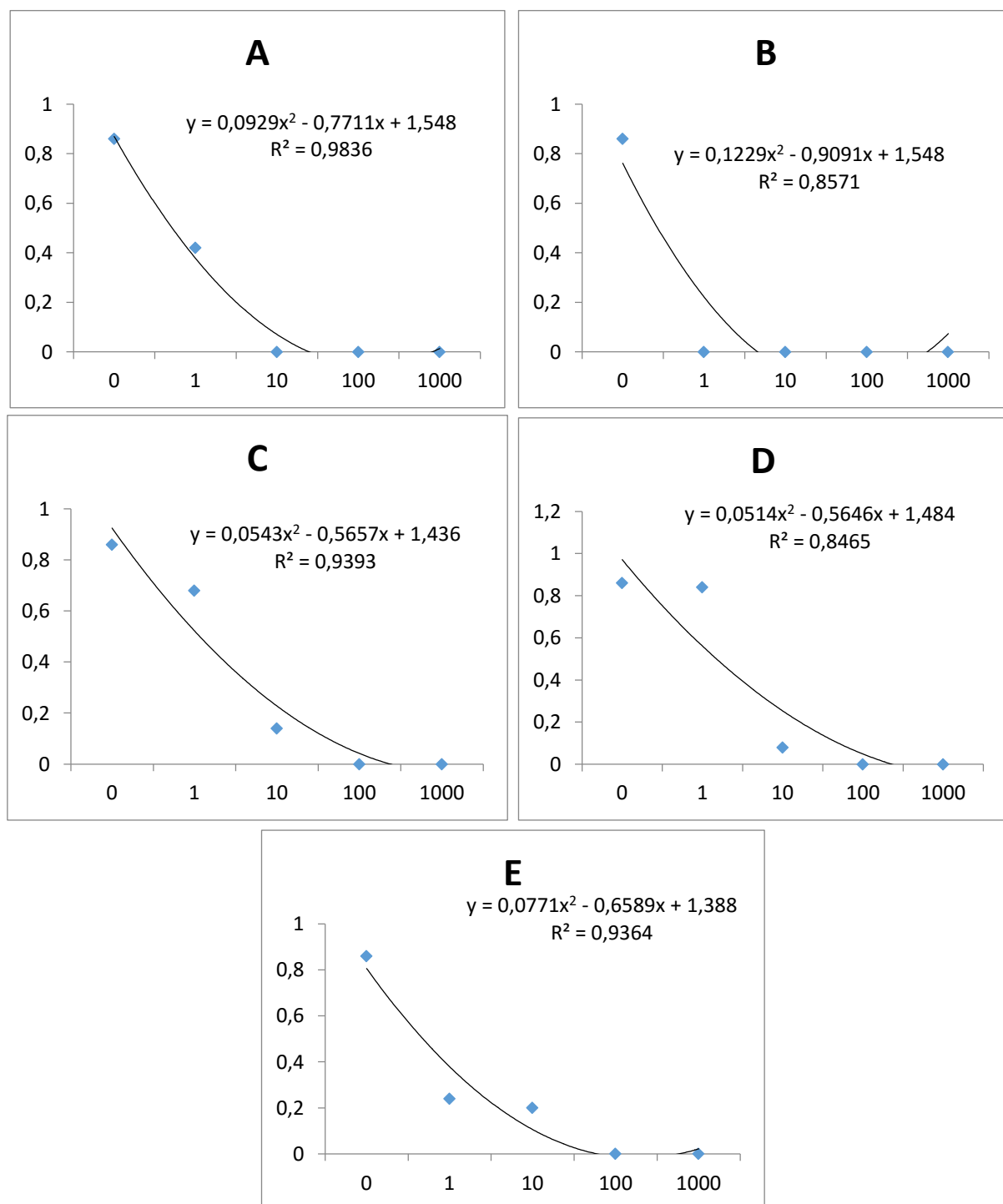


Figura 2. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Colletotrichum graminicola* sobre diferentes concentrações de azoxistrobina + tebuconazol (A), piraclostrobina + metconazol (B), piraclostrobina + epoxiconazol (C), piraclostrobina + tiofanato metílico (D) e piraclostrobina+fluxapiraxade (E). Ponta Grossa/PR. 2015/2016.

De maneira geral, este trabalho demonstrou que a agricultura possui ferramental para o controle de *C. graminicola*, independente dos ativos serem naturais ou químicos. No entanto é válido ressaltar que a área de proteção de

plantas precisa de maiores esforços da pesquisa, tanto na descoberta ou desenvolvimento de moléculas com novos mecanismos de ação, bem como mais trabalhos com esses e outros óleos essenciais, que estreitem e facilitem a recomendação desses à campo.

Uma perspectiva para aplicação dos resultados deste trabalho está na elaboração de produtos fitossanitários naturais para o sistema de manejo orgânico de produção. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007) define os produtos orgânicos como todos aqueles produtos em que se adotam tecnologias que aperfeiçoem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energias não renováveis. Assim, devido a eficiência de controle do fungo com o uso de óleos essenciais, mais trabalhos deverão ser realizados, testando-se novas concentrações dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial de *C. graminicola* avaliando-se a atividade e estabelecendo concentrações inibitórias seguras dos óleos (ROMEIRO, 1999; SOUSA; SERRA; MELO, 2012).

## 4.2 EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

### 4.2.1 Experimento 1

No primeiro dia após os tratamentos (DAT), sintomas de fitotoxicidade foram observados nos tratamentos com a presença de óleo de nim, exceto onde o patógeno foi adicionado 24 horas após o tratamento (tratamento 11), comprometendo os tecidos das plantas de milho, impossibilitando de avaliar os sintomas de antracnose. Aos 7 DAT a intensidade da fitotoxicidade acabou por levar as plantas de milho à morte, portanto os dados destes tratamentos não constam na Tabela 9.

Os primeiros sintomas de antracnose nas plantas surgiram aos 7 DAT no tratamento com a suspensão com patógenos (tratamento 4). Os tratamentos que receberam os óleos de tomilho e eucalipto junto à suspensão de patógeno (tratamentos 5 e 6) e aqueles que receberam a suspensão de patógeno e após o

tratamento com os óleos (tratamentos 7 e 8), foram os que apresentaram os menores valores de AACPD, estatisticamente semelhantes entre si e ao tratamento só com patógeno (tratamento 4), demonstrando que a ordem da aplicação não impactou no resultado.

Quando houve intervalo de 24 horas entre a aplicação do óleo e a aplicação da suspensão do patógeno (tratamentos 9 e 10), ou quando a situação foi invertida, e as plantas receberam a suspensão de patógeno 24 horas antes da aplicação dos óleos (tratamentos 12 e 13), verificou-se que a AACPD foi ainda maior que nos tratamentos com óleo de eucalipto e tomilho, favorecendo o desenvolvimento da antracnose (Tabela 9).

Tabela 9. Área abaixo da curva de progresso (AAP) da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na cultura do milho (*Zea mays*) submetidas a diferentes óleos essenciais. Ponta Grossa-PR, 2014/2015.

| Tratamentos                                  | AACP     |
|----------------------------------------------|----------|
| 1. testemunha                                | 2,12 e   |
| 2. óleo de tomilho                           | 3,13 e   |
| 3. óleo de eucalipto                         | 8,10 e   |
| 4. suspensão do patógeno                     | 100,49 d |
| 5. tomilho + suspensão do patógeno           | 101,13 d |
| 6. eucalipto + suspensão do patógeno         | 104,63 d |
| 7. suspensão do patógeno + tomilho           | 101,13 d |
| 8. suspensão do patógeno + eucalipto         | 103,75 d |
| 9. eucalipto + 24 h + suspensão do patógeno  | 203,50 a |
| 10. tomilho + 24 h + suspensão do patógeno   | 207,88 a |
| 11. nim + 24 h + suspensão do patógeno       | 5,25 e   |
| 12. suspensão do patógeno + 24 h + eucalipto | 188,13 b |
| 13. suspensão do patógeno + 24 h + tomilho   | 115,13 c |
| C.V. %                                       | 6,23     |

\*Médias seguidas pela mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação.

Similares a este trabalho, diversos são os efeitos de óleos essenciais aplicados em espécies agrícolas aonde vem sendo pesquisado pelo seu possível efeito alelopático e pelo seu uso como inseticida (COITINHO et al., 2010), fungicida (GUIMARÃES et al., 2011), bactericida (HUSSAIN et al., 2008) e bioerbicida (SOUZA FILHO; GUILHON; SANTOS, 2010). A alelopatia é um mecanismo em que as plantas vivas ou mortas liberam alguns tipos de compostos que podem exercer

efeito negativo ou positivo sobre outras plantas, desempenhando papel fundamental nos ecossistemas naturais e administrados (MIRANDA et al., 2015).

#### 4.2.2 Experimento 2

Com relação ao segundo experimento, houve fitotoxicidade em todos os tratamentos com óleos essenciais (Tabela 10). Quanto às concentrações de 10% de óleos, verificou-se que 24 horas após a aplicação dos óleos de tomilho e capim limão (estatisticamente iguais entre si) sintomas de fitotoxicidade foram agressivos às plantas de milho. Os óleos de gengibre e eucalipto (estatisticamente iguais entre si) também causaram fitotoxicidade nas plantas de milho, porém em menor proporção.

Quarenta e oito horas após os tratamentos com óleos essenciais, os sintomas de fitotoxicidade ainda se intensificaram, causando uma clorose avançada por toda a planta nos tratamentos com tomilho e capim limão, iguais entre si. A menor fitotoxicidade foi observada no tratamento com óleo de eucalipto. Quatro dias após a aplicação dos óleos, os sintomas de fitotoxicidade de tomilho e capim limão, tornaram-se mais amenos, no entanto, os tratamentos com óleos de gengibre em maior, e eucalipto em menor proporção continuavam a aumentar nas plantas de milho. O mesmo foi observado aos 7 DAT e nesta ocasião a maior fitotoxicidade foi encontrada sobre o tratamento com capim limão (Tabela 10).

Sarmento Brum et al. (2014) observaram que em plântulas de melancia o óleo de capim limão foi o mais fitotóxico, nas concentrações de 2 e 4% apresentou toxicidade de 68,75 e 75%, respectivamente. O feijão foi o menos sensível aos óleos essenciais, apresentando 50% de fitotoxicidade quando submetido aos óleos de citronela e capim limão a 4%. Ocorreu murcha e ressecamento das plantas de arroz sob 4% dos óleos de hortelã pimenta e citronela.

Dez dias após os tratamentos com óleos (Tabela 10), verificou-se que os óleos de gengibre e eucalipto continuaram a potencializar a ação fitotóxica sobre as plantas, enquanto os demais óleos apresentaram diminuição nos sintomas. Nesta data, a maior fitotoxicidade foi evidenciada sobre o tratamento com capim limão e as menores entre tomilho e eucalipto, estatisticamente iguais entre si. Aos 13 DAT, os

sintomas de fitotoxicidade estavam diminuídos em todos os tratamentos com óleos, não sendo observada diferença estatística entre a aplicação do óleo de eucalipto, daqueles tratamentos que não receberam óleos essenciais (testemunha e tratamento com inoculação do patógeno); os óleos de tomilho e gengibre são apresentavam diferença significativa entre eles, sendo menos fitotóxicos que óleo de capim limão nesta concentração. Vinte dias após a aplicação dos óleos, os tratamentos igualaram-se à testemunha, exceto capim limão, que apresentava necrose sobre as folhas do milho.

Tabela 10. Fitotoxicidade da cultura do milho (*Zea mays*) submetidas a diferentes óleos essenciais nas concentrações de 10, 15 e 20%. Ponta Grossa-PR, 2016.

| Concentração 10%         |          |          |          |          |        |        |        |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|
| Tratamentos              | 1<br>DAT | 2<br>DAT | 5<br>DAT | 7<br>DAT | 10 DAT | 13 DAT | 20 DAT |
| 1. Testemunha            | 0,0 b*   | 0,0 c    | 0,0 c    | 0,0 d    | 0,0 d  | 0,0 c  | 0,0 b  |
| 2. Suspensão do patógeno | 0,0 b    | 0,0 c    | 0,0 c    | 0,0 d    | 0,0 d  | 0,0 c  | 0,0 b  |
| 3. Tomilho               | 91,3 a   | 93,3 a   | 81,3 a   | 60,0 b   | 22,5 c | 22,0 b | 8,0 b  |
| 4. Capim limão           | 93,8 a   | 99,5 a   | 91,3 a   | 87,0 a   | 86,3 a | 52,5 a | 42,5 a |
| 5. Gengibre              | 7,8 b    | 11,3 b   | 16,3 b   | 21,3 c   | 52,5 b | 32,5 b | 15,0 b |
| 6. Eucalipto             | 3,5b     | 4,8 c    | 5,3 c    | 5,5 d    | 20,0 c | 17,5 c | 5,0 b  |
| C.V. (%)                 | 12,0     | 9,1      | 18,1     | 30,1     | 39,2   | 49,9   | 103,5  |
| Concentração 15%         |          |          |          |          |        |        |        |
| Tratamentos              | 1<br>DAT | 2<br>DAT | 5<br>DAT | 7<br>DAT | 10 DAT | 13 DAT | 20 DAT |
| 1. Testemunha            | 0,0 e*   | 0,0 d    | 0,0 c    | 0,0 d    | 0,0 b  | 0,0 c  | 0,0 c  |
| 2. Suspensão do patógeno | 0,0 e    | 0,0 d    | 0,0 c    | 0,0 d    | 0,0 b  | 0,0 c  | 0,0 c  |
| 7. Erva cidreira         | 92,5 a   | 98,3 a   | 83,5 b   | 83,5 a   | 37,5 a | 20,0 b | 6,5 b  |
| 8. Citronela             | 67,5 c   | 96,5 a   | 83,8 b   | 62,5 b   | 52,5 a | 12,5 b | 0,0 c  |
| 9. Cravo da Índia        | 76,5 b   | 77,3 b   | 80,0 b   | 70,0 b   | 65,0 a | 45,0 a | 12,5 a |
| 10. Canela               | 30,0 d   | 37,5 c   | 75,0 b   | 53,8 c   | 28,8 a | 13,8 b | 0,0 c  |
| 11. Hortelã              | 80,0 b   | 97,8 a   | 92,5 a   | 92,5 a   | 52,5 a | 35,0 a | 0,0 c  |
| C.V. (%)                 | 11,2     | 16,0     | 7,8      | 10,5     | 55,8   | 30,7   | 46,9   |
| Concentração 20%         |          |          |          |          |        |        |        |
| Tratamentos              | 1DAT     | 2 DAT    | 5 DAT    | 7 DAT    | 10 DAT | 13 DAT | 20 DAT |
| 1. Testemunha            | 0,0 f*   | 0,0 e    | 0,0 c    | 0,0 d    | 0,0 d  | 0,0 c  | 0,0 b  |
| 2.Suspensão do patógeno  | 0,0 f    | 0,0 e    | 0,0 c    | 0,0 d    | 0,0 d  | 0,0 c  | 0,0 b  |
| 12. Erva doce            | 85,0 c   | 97,8 a   | 94,3 a   | 96,0 a   | 82,5 a | 40,0 b | 0,0 b  |
| 13. Citronela            | 90,0 b   | 93,3 b   | 92,8 a   | 78,0 b   | 45,0 c | 30,0 b | 0,0 b  |
| 14.Erva cidreira         | 96,5 a   | 99,0 a   | 92,5 a   | 91,3 a   | 62,5 b | 52,5 a | 3,8 b  |
| 15. Cravo da Índia       | 86,3 c   | 97,0 a   | 90,8 a   | 50,0 c   | 62,5 b | 45,0 a | 0,0 b  |
| 16. Orégano              | 15,0 e   | 10,3 d   | 10,8 b   | 10,0 d   | 42,5 c | 55,0 a | 55,0 a |
| 17. Hortelã              | 77,8 d   | 77,0 c   | 95,0 a   | 90,0 a   | 68,8 b | 40,0 b | 0,0 b  |
| C.V. (%)                 | 4,3      | 3,6      | 5,3      | 10,4     | 14,7   | 21,3   | 30,3   |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação. DAT= dias após o tratamento.

É conhecido que necroses nas folhas constituem um sintoma comum de fitotoxicidade, Vieira; Ruggiero e Marin (2003) avaliaram a fitotoxicidade de aparecimento de necrose nas folhas, principalmente nas regiões em que a solução do óleo essencial se acumulava nas bordas e nas nervuras foliares. A fitotoxicidade de extratos de plantas deve-se à diversidade de aleloquímicos presentes em sua composição, os quais são originários do metabolismo secundário dos vegetais (BRITO et al., 2010). Apesar de apresentarem grande potencial de uso na agricultura sustentável, esses metabólitos secundários também podem prejudicar os vegetais e interferir na germinação e desenvolvimento de plantas.

Os mono e sesquiterpenos podem afetar os processos fisiológicos em plantas como na fotossíntese e síntese de clorofila, no acúmulo de lipídios no citoplasma e na redução de organelas devido a ruptura de membranas (GROSSO et al., 2010). Em trabalho de Braga Sobrinho et al. (2012), os resultados mostraram os efeitos fitotóxicos dos óleos essenciais à planta de melão e que essa fitotoxicidade é dependente da concentração do produto quando aplicado à planta.

Sobre os tratamentos com óleos essenciais na concentração de 15% (Tabela 10), verificou-se que, 24 horas após a aplicação com óleos, o sintoma mais agressivo ocorreu com óleo de erva cidreira, seguido dos óleos de cravo da índia e hortelã, com clorose em estágio avançado. A menor fitotoxicidade nesta ocasião foi observada com o óleo de canela, resultado este que se repetiu aos 2 DAT. Após 48 horas da aplicação dos óleos, a fitotoxicidade foi potencializada em todos os tratamentos que receberam aplicação de óleos essenciais, e estatisticamente houve igualdade entre os tratamentos com os óleos de erva cidreira, citronela e hortelã, os mais fitotóxicos para as plantas de milho (Tabela 10).

Sarmiento Brum et al. (2014) enfatizam que a fitotoxicidade de extratos vegetais deve ser considerada, uma vez que estudos apontam, dependendo da dose utilizada, a toxicidade de óleos essenciais sobre plantas. Óleos essenciais de canela (*C. zeylanicum*), cravo da índia (*S. aromaticum*), tomilho-vermelho (*T. vulgaris* L.) e segurelha (*Satureja hortensis* L.), a uma concentração de 1%, ocasionaram injúrias foliares em sorgo-bravo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), ançarinha-branca (*Chenopodium album* L.) e ambrosia-americana (*Ambrosia artemisiifolia* L.) (TWORKOSKI, 2002).

Aos 5 DAT (Tabela 10), os óleos de erva cidreira, citronela, cravo da Índia e canela igualaram-se estatisticamente, no entanto foi o óleo de hortelã o tratamento mais tóxico às plantas de milho. Aos 7 DAT, os tratamentos mais fitotóxicos eram àqueles que receberam aplicação de erva cidreira e hortelã. Nesta avaliação os tratamentos com citronela e cravo da Índia mantiveram-se iguais entre si, e o óleo de canela ainda foi o tratamento com sintomas mais amenos de clorose nas folhas de milho. Dez dias após a aplicação dos óleos essenciais os sintomas de fitotoxicidade ainda eram evidentes, porém os tratamentos com óleos igualaram-se entre si. Já aos 13 DAT, os efeitos da fitotoxicidade eram maiores entre os óleos de cravo da Índia e hortelã (iguais entre si) e menores entre erva cidreira, citronela e canela, estatisticamente iguais entre si. Aos 20 DAT, haviam sintomas de fitotoxicidade apenas entre os tratamentos com erva cidreira e cravo da Índia (superior estatisticamente), quanto aos demais, se igualaram à testemunha.

Quanto aos óleos com concentração de 20% (Tabela 10), o que se verificou 24 horas após a aplicação (1 DAT), foi que todos os óleos essenciais apresentaram fitotoxicidade sobre as plantas de milho nesta concentração. Os sintomas mais tóxicos foram exibidos no tratamento com erva cidreira, seguido estatisticamente pelo tratamento com citronela. Os sintomas mais amenos foram observados sobre as plantas de milho aplicadas com óleo de orégano. Aos 2 DAT, verificou-se que houve igualdade estatística entre os óleos essenciais de erva doce, erva cidreira e cravo da Índia, seguidos pelo óleo de citronela, sendo estes quatro óleos, aqueles que potencializaram sua ação tóxica sobre as plantas de milho.

Aos 7 DAT (Tabela 4), observou-se que mantiveram estatisticamente iguais entre si e com maior fitotoxicidade que os demais óleos os tratamentos com óleo de erva doce, erva cidreira e hortelã, em compensação, o óleo com menor efeito tóxico foi óleo de Orégano. Com 10 DAT, o tratamento com óleo de orégano teve seu efeito fitotóxico pronunciado, igualando-se estatisticamente ao óleo de citronela. Nesta avaliação a maior fitotoxicidade foi observada no tratamento com óleo de erva doce, sendo os demais óleos estatisticamente iguais entre si.

Aos 13 DAT foi possível observar que os tratamentos que ainda apresentavam os maiores sintomas de fitotoxicidade eram os óleos de erva cidreira, cravo da Índia e orégano; e os de menores fitotoxicidade, foram os óleos de erva doce, citronela e hortelã, estatisticamente iguais entre si. Aos 20 DAT apenas

apresentava sintomas de fitotoxicidade o óleo de orégano, estatisticamente diferente dos demais tratamentos. Apesar de traços de clorose sobre as plantas de milho do tratamento com óleo de erva cidreira, este não diferiu estatisticamente do tratamento testemunha, assim como os demais óleos, onde não se percebia quaisquer sintomas tóxicos sobre as plantas (Tabela 10).

Em trabalho de Brito et al. (2012), as características dos sintomas de fitotoxidez nas plantas de milho causados pelos óleos essenciais voláteis de *C. nardus* e *E. citriodora* nas plantas de milho apresentaram desde o início da aplicação murcha das folhas, seguida de tombamento, necrose das folhas e morte das plantas. Entre os óleos com maior toxidez, o mais tóxico foi orégano, seguido do componente majoritário citronelal e posteriormente do óleo de eucalipto (*E. citriodora*). Em todos dos experimentos verificou-se que os sintomas aumentaram em função do aumento das concentrações utilizados e também a medida que tempo passou, até 96 horas após as aplicações.

O mesmo é visualizado sobre os mecanismos de ação na célula, que pouco são caracterizados, conforme relatado nos trabalhos desenvolvidos por Sartoratto et al. (2004), Kim et al. (1995) e Brito et al. (2012). Esses autores relatam que os óleos essenciais podem aumentar a permeabilidade da membrana e consequentemente ocorrem perdas de constituintes celulares, interferindo no funcionamento normal das enzimas, incluindo aquelas envolvidas na síntese de energia e substâncias estruturais, causando inativação e destruição dos ácidos nucléicos.

Existem relatos sobre a atividade antifúngica dos óleos essenciais de citronela (PERINI et al., 2011; PEREIRA et al., 2011, SARMENTO-BRUM et al., 2014), óleo com alto teor de geraniol e citronelal, o que confere ação repelente, fungicida e bactericida a planta (CASTRO et al., 2007), capim limão (FIORI et al. 2000, SARMENTO-BRUM et al. 2014), rico em citral e limoneno, e a ação fungitóxica desses compostos é confirmada em alguns estudos (GUIMARÃES et al. 2011; COMBRINCK et al. 2011), erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson) (TAGAMI et al. 2009, SARMENTO-BRUM et al. 2014), planta indicada para indústrias agroquímicas, posto que seu óleo essencial apresenta propriedades fungitóxicas e inseticidas comprovadas (YAMAMOTO et al., 2008).

Pela área abaixo da curva de progresso (AACP) da antracnose na cultura do milho submetido a diferentes óleos essenciais na concentração de 10% (Tabela 11)

os óleos essenciais não apresentaram diferença significativa entre si e que todos demonstraram efeito sobre o patógeno, já que o tratamento no qual havia sido aplicada apenas a suspensão do patógeno foi estatisticamente superior aos demais tratamentos.

Relacionando os óleos utilizados neste trabalho na concentração de 10%, cada um deles pertencia a uma família botânica distinta, porém capim limão (Poaceae) e gengibre (Zingiberaceae) têm em comum o seu componente majoritário geranial, enquanto eucalipto (Myrtaceae) possui Monoterpeno 1,8-Cineol e tomilho (Lamiaceae) possui timol.

Analisando a AACPD sobre as plantas de milho que receberam a aplicação de diferentes óleos essenciais na concentração de 15% (Tabela 11), se observou que todos os tratamentos com óleos essenciais foram eficientes no controle da antracnose, quando comparado com o tratamento com suspensão do patógeno. Dentre os óleos essenciais os óleos de citronela (citronelal), cravo da índia (eugenol) e hortelã (carvona), estatisticamente iguais entre si, mostraram-se mais eficientes reduzindo a severidade da antracnose que erva cidreira (citronelal) e canela (eugenol), também iguais entre si.

A elevada eficiência do óleo essencial de capim limão foi relatada por Santos et al. (2010) ao determinarem a fungitoxicidade *in vitro* dos óleos essenciais de capim limão e citronela, em concentrações que variaram de 250 a 1250 ppm sobre o fungo *Helminthosporium sp.* Embora os resultados obtidos para o capim limão no estudo de Andrade e Vieira (2016) sejam pouco satisfatórios, dentre os fatores que poderiam explicar a baixa eficiência desse óleo nesta pesquisa, pode-se citar a sua elevada capacidade volátil, o que contribui para eventuais perdas nas suas propriedades fungitóxicas.

Quanto ao desempenho dos óleos essenciais na concentração de 20% (Tabela 11), constatou-se pela AACPD que todos os óleos apresentaram efeito sobre a antracnose foliar do milho quando comparados aos tratamentos que só recebeu a suspensão do patógeno. Entre os óleos foi observado que o melhor controle foi obtido com o uso do óleo de erva doce (trans-anetol) que se igualou à testemunha sem suspensão do patógeno. Na concentração de 20%, não foi observada diferença entre os óleos de citronela (citronelal), erva cidreira (citronelal) e orégano (carvacrol), estatisticamente iguais entre si. O óleo menos eficiente sobre

este patógeno nesta concentração, foi o óleo de cravo da Índia (eugenol) (Tabela 11).

Tabela 11. Área abaixo da curva de progresso (AACP) da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na cultura do milho (*Zea mays*) submetidas a diferentes concentrações de óleos essenciais. Ponta Grossa/PR, 2016.

| Concentração 10%         |          |
|--------------------------|----------|
| Tratamentos              | AACP     |
| 1. Testemunha            | 0,0 c*   |
| 2. Suspensão do patógeno | 797,8 a  |
| 3. Tomilho               | 247,3 b  |
| 4. Capim limão           | 153,0 b  |
| 5. Gengibre              | 234,0 b  |
| 6. Eucalipto             | 242,8 b  |
| C.V. %                   | 24,8     |
| Concentração 15%         |          |
| Tratamentos              | AACP     |
| 1. Testemunha            | 0,0 c*   |
| 2. Suspensão do patógeno | 797,8 a  |
| 7. Erva cidreira         | 206,6 b  |
| 8. Citronela             | 82,6 c   |
| 9. Cravo da Índia        | 98,5 c   |
| 10. Canela               | 213,8 b  |
| 11. Hortelã              | 120,1 c  |
| C.V. %                   | 28,5     |
| Concentração 20%         |          |
| Tratamentos              | AACP     |
| 1. Testemunha            | 0 d*     |
| 2. Suspensão do patógeno | 797,8 a  |
| 12. Erva doce            | 125,1 d  |
| 13. Citronela            | 199,75 c |
| 14. Erva cidreira        | 254,8 c  |
| 15. Cravo da Índia       | 384,6 b  |
| 16. Orégano              | 217,5 c  |
| 17. Hortelã              | 274,6 c  |
| C.V. %                   | 23,47    |

\*Médias seguidas pela mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação.

Os efeitos tóxicos na estrutura e função da membrana celular têm sido utilizados para explicar a ação antimicrobiana dos óleos essenciais e de seus componentes isolados. Esses efeitos estão associados ao caráter lipofílico dos constituintes dos óleos essenciais, que sofrem partição da fase aquosa para dentro da membrana celular. Isto conduz à expansão da membrana, aumento da fluidez e

da permeabilidade da célula, permitindo a liberação dos componentes intracelulares vitais à sobrevivência do micro-organismo. Alguns estudos sugerem que a ação antimicrobiana dos óleos essenciais pode ser consequência da inativação de enzimas, incluindo aquelas envolvidas na produção de energia e na síntese de componentes estruturais do micro-organismo, além da destruição ou inativação de material genético (ALMEIDA et al., 2015).

Verificou-se que para todos os óleos utilizados neste trabalho em duas diferentes concentrações, a dose mais efetiva sobre o patógeno está entre as concentrações de 15% e 20%, pois com 20% o controle foi menos efetivo (Figura 4).

Para descobrir as possibilidades dos efeitos alelopáticos na agricultura, o isolamento de novos compostos é a alternativa mais viável e promissora (LI et al., 2011). Os óleos essenciais apresentam, ainda, um fator ecológico importante, devido sua alta volatilidade, eles não se acumulam em solos nem em águas subterrâneas (DHIMA et al., 2010; GROSSO et al., 2010; SILVA et al., 2010).

A alteração dos compostos majoritários nos óleos essenciais, seja por fatores genéticos, técnicos (coleta, estabilização e armazenamento), bióticos ou abióticos, pode influenciar diretamente na qualidade e, conseqüentemente, nos resultados de tratamentos e de testes biológicos sobre fitopatógenos. Pode-se observar que estudos relatam divergência entre resultados provenientes de experimentos realizados com as mesmas espécies vegetais e patógenos (MORAIS, 2009).

Vale ressaltar que os produtos químicos aos quais foram submetidos os diferentes isolados testados, também podem gerar diferenças nas respostas. Para minimizar estes equívocos nos resultados e evitar que dados não conclusivos sejam publicados, o ideal é que, juntamente com os experimentos para verificação da atividade biológica, seja realizada a análise química dos óleos essenciais avaliados, para que se possa obter a caracterização fitoquímica destes. Assim, pode-se conhecer qual o composto majoritário do óleo essencial, bem como a composição química como um todo, responsável por conferir a ação positiva do óleo essencial sobre determinado agente patogênico. Estes resultados mais concretos evitam que plantas com grande potencial de uso no controle de doenças de culturas relevantes possam ser descartadas ou, que plantas com pouco ou nenhum potencial, virem alvo de estudos desnecessariamente. A identificação destas interferências, bem como da relação entre as mesmas, favorecerá a obtenção de matérias-primas

vegetais de melhor qualidade, o que possibilitará a obtenção de óleos essenciais com composição química mais constante, acarretando resultados de atividades biológicas mais confiáveis (MORAIS, 2009).

Apesar de haver informações sobre grande número de plantas com atividade inseticida, fungicida e efeito nematocida, ainda falta o adequado desenvolvimento de produtos que possam ser disponibilizados comercialmente (VASANTHARAJ, 2008). Apesar das vantagens conhecidas, como a ação e degradação rápidas, toxicidade baixa a moderada para mamíferos, maior seletividade e baixa fitotoxicidade, os óleos essenciais apresentam algumas desvantagens como necessidade de utilização de composto sinergista, baixa persistência, carência de pesquisas, escassez do recurso natural, necessidade de padronização química e controle de qualidade, dificuldade de registro e custo. Além disso, a falta de dados relacionados à fitotoxicidade, à persistência e aos efeitos sobre organismos benéficos e as dificuldades relacionadas ao isolamento de princípios ativos e a concentração em diferentes partes vegetais, também são algumas barreiras a serem rompidas e mais estudos nesta área são necessários (ISMAN, 2000; COSTA et al., 2004; MENEZES, 2005; CORREA; SALGADO, 2011).

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 EXPERIMENTOS *in vitro*

Quanto aos óleos essenciais, apenas cravo da Índia, canela e orégano tiveram efeito inibitório ao crescimento micelial de *C. graminicola* em todas as concentrações testadas. Citronela, laranja e lima, apresentaram efeito fungistático apenas nas concentrações de 5 e 10% enquanto erva cidreira e tomilho apresentaram melhores resultados nas concentrações de 15 e 20%.

Independentes da concentração utilizada não foram responsivos sobre o controle do crescimento micelial de *C. graminicola* os óleos essenciais de alecrim, alfazema, camomila, citronela, lima, menta e orégano.

O fungicida, piraclostribina + metconazol apresentou controle *in vitro* sobre o patógeno em todas as concentrações utilizadas (1, 10, 100 e 1000 ppm), e o fungicida azoxistrobina + tebuconazol a partir de 10 ppm.

### 5.2 EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

O óleo de nim foi tóxico as plantas de milho e ao patógeno *Colletotrichum graminicola*.

Independente da concentração utilizada, todos os óleos essenciais apresentaram fitotoxicidade sobre as plantas de milho.

Nenhum dos óleos essenciais nas concentrações utilizadas controlaram totalmente a antracnose em plantas de milho. Dentre os óleos utilizados os que apresentaram menor AACPD foram: citronela, cravo da Índia e hortelã na concentração de 15% e erva doce na concentração de 20%.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. L. M. **Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais**. 2006. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2006.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. Amsterdam: Elsevier, 2004. 922 p.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 16 ago. 2016.

ALMEIDA, M. P.; de A.; ROMERO, R. B. B.; ROMERO, A. L. C.; CRESPLAN, E. R. D. Explorando a química e a atividade antifúngica de óleos essenciais: Uma proposta de projeto para a Educação Básica. **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, p. 121-126, 2015.

ANDRADE, R. de O. Avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura. **Revista Pesquisa FAPESP**. 246 ed.. Agosto 2016. Ed. 239. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2016/01/12/drones-sobre-o-campo/>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

ASCENÇÃO, V. L.; MOUCHREK FILHO, V. E. Extração, caracterização química e atividade antifúngica de óleo essencial *Syzygium aromaticum* (cravo da Índia da Índia). **Caderno de Pesquisa**, São Luís, v. 20, n. especial, jul. 2013.

BALBI-PEÑA, M. I.; BECKER, A.; STANGARLIN, J. R.; FRANZENER, G.; LOPES, M. C.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e *Curcumina*. **Fitopatologia Brasileira**, n. 31, p. 401-404, 2006.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29, n. 5, p. 555-557, set./out. 2004.

BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A. L. M.; ARAÚJO, K. L. B. de; MOTA, M. do S. C. de S.; PIMENTEL, F. A.; GUIMARÃES, J. A.; DIAS, N. da S. **Avaliação de Fitotoxicidade de Óleos Essenciais de Plantas ao Meloeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 12 p. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dispõe sobre **Agricultura orgânica**. Decreto nº 6323, de 27 de dezembro de 2007. Diário Oficial da União, DF, 27 dez. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm)>. Acesso em: 21 ago. 2016.

BRITO, A. H. **Controle genético e químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho**. 2010, 89 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R.; VON PINHO, R. G.; BALASTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2012.

BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; RAMOS, A. C. C.; SERTÃO, W. C.; AGUIAR, R. W. de S. Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 184-192, ago. 2012.

BRITO, N. M.; NASCIMENTO, L. C.; COELHO, M. S. E.; FELIX, L. P. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 207-211, 2010.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília-DF: Embrapa, 2014. 1186 p.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in Foods: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223– 253, 2014.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 p.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas pelos Métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24. 2001.

CARRER, H.; BARBOSA, A. L.; RAMIRO, D. A. Biotecnologia na agricultura. **Estudos avançados**. v. 24, n. 70, p. 149-164, 2010. doi: 10.1590/S0103-40142010000300010.

CARVALHO, J. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONALDO, S. M.; CRUZ, M. E. S.; CARLOS, M. M.; STANGARLIN, J. R. Fungitoxicidade de *Cymbopogon citratus* e *Cymbopogon martinii* a *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de pimentão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 88-93, 2008.

CASTRO, H. G.; PERINI, V. B. M.; SANTOS, G. R.; LEAL, T. C. A. B. Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 308-314, 2010.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de *Momordica charantia* L. sobre *Colletotrichum musae*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 337-341, 2011.

CHAGAS, H. A.; BASSETO, M. A.; ROSA, D. D.; TOPPA, E. V. B.; FURTADO, E. L.; ZANOTTO, M. D. Avaliação de fungicidas, óleos essenciais e agentes biológicos no controle de *Amphobotrys ricini* em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 42-48, 2014.

COGLIATTI, M.; JUAN, V. F.; BONGIORNO, F.; DALLA VALLE, H.; ROGERS, W. J. Control of grassy weeds in annual canarygrass. **Crop Protection**, v. 30, p. 125-129, 2011.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JÚNIOR, M. G.; CÂMARA, C. A. G. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p. 1492-1496, 2010.

COMBRINCK, S.; REGNIER, T.; KAMATOU, G. P. P. *In vitro* activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. **Industrial Crops and Products**, v. 33, p. 344-349, 2011.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n.4, p. 500-506, 2011.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 26, n. 2, p. 173-85, 2004.

COSTA, F. M. **Análise da curva de progresso temporal de doenças foliares na cultura do milho *Zea mays* L., sob a aplicação da mistura de fungicidas triazóis e estrobirulinas**. 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2007.

COSTA, R. V; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Sete Lagoas: Embrapa, 2009. 11p. **Circular Técnica**, 125. Disponível em: <[http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/publica/2009/circular/Circ\\_125.pdf](http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/publica/2009/circular/Circ_125.pdf)> Acesso em: 14 mar. 2015.

DAN, Y.; LIU, H. Y.; GAO, W. W.; CHEN, S. L. Activities of essential oils from *Asarum heterotropoides* var. *mandshuricum* against five phytopathogens. **Crop Protection**, New York, v. 29, p. 295-299, 2010.

DARONCO, M. V. **Óleos essenciais no tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.)**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

DAYAN, F. E.; CANTRELL, C. L.; DUKE, S. O. Natural products in crop protection. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.17, n.12, p.4022-4342, 2009.

DEQUECH, S. T. B.; RIBEIRO, L. P.; SAUSEN, C. D.; EGEWARTH, R.; KRUSE, N. D. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus*

*vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. **Revista da FZVA**, v. 15, n. 1, p. 71-80, 2008.

DHIMA, K.; VASILAKOGLU, I.; GARANE, V.; RITZOULIS, C.; LIANOPOULOU, V.; PANOU-PHILOTHEOU, E. Competitiveness and essential oil phytotoxicity of seven annual aromatic plants. **Weed Science**, v. 58, p. 457-465, 2010.

DI STASI, L. C. Química de produtos naturais: principais constituintes ativos. In: DI STASI, L.C. **Plantas medicinais: arte e ciência** – um guia interdisciplinar. São Paulo: Ed. UNESP, p. 199-215, 1996.

FERNANDES NETO, M.; SARCINELLI, P. N. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 69-78, jan./mar. 2009.

FERREIRA, E. F.; SÃO JOSÉ, A. R.; BOMFIM, M. P.; PORTO, J. S.; JESUS, J. S. de. Uso de extratos vegetais no controle in vitro do *Colletotrichum gloeosporioides* penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura [online]**, v. 36, n. 2, p.346-352, 2014. doi: 10.1590/0100-2945-223/13.

FIALHO, R. O. **Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre os agentes causais do míldio, oídio e ferrugem da videira (*Vitis spp.*)**. 2015. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

FIORI, A. C. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; SCAPIM, C. A.; CRUZ, M. E. S.; PASCHOLATI, S. F. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, n. 148, p. 483-487, 2000.

FRAC. **Fungicidas**. Jaguariúna: Comitê de Ação à Resistência de Fungos A Fungicidas, 2012. Disponível em: <<http://frac-brasil.org.br/frac/default.asp>>. Acesso em: 16 mai. 2015.

FRAC. **Mode of action of fungicides**. 2015. Disponível em: <<http://www.frac.info/docs/defaultsource/publications/frac-code-list/frac-code-list-2015-finalC2AD7AA36764.pdf?sfvrsn=4>>. Acesso em: 5 de fev. 2015.

FRASSON, D. B.; ARAUJO, D. V.; MACHADO, E. Z.; MAINARDI, J. T.; MENIN, L. F.; MIRANDA, E. L. Avaliação a campo da transmissibilidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* inoculado em sementes de algodoeiro. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. S127, 2010.

FREITAS, S. P.; MOREIRA, J. G.; FREITAS, I. L. J.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SILVA, V. Q. R. Fitotoxicidade de herbicidas a diferentes cultivares de milho pipoca. **Planta Daninha**, v. 27, p. 1095-1103, 2009.

GABARDO, G. **Controle de doenças na cultura da soja com produtos alternativos**. 2015, 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de

Concentração: Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 78 p. 2000.

GOMES, W. S.; BORÉM, A. Biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.11, n. 1, 2015.

GONÇALVES, G. G.; MATTOS, L. P. V.; MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. S102–S107, 2009.

GROSSO, C.; COELHO, J. A.; URIETA, J. S.; PALAVRA, A. M. F.; BARROSO, J. G. Herbicidal activity of volatiles from coriander, winter savory, cotton lavender, and thyme isolated by hydrodistillation and supercritical fluid extraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 20, p. 11007-11013, 2010.

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; SOUSA, P. E.; ANDRADE, J.; VIEIRA, S. S. Atividade antioxidante e antifúngica do óleo essencial da capim-limão e citral. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 464-472, 2011.

HILLEN, T., SCHWAN-ESTRADA, K. R. F., MESQUINI, R. M., CRUZ, M. E. S., STANGARLIN, J. R., NOZAKI, M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais no controle de alguns fitopatógenos fúngicos in vitro e no tratamento de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 14, n. 3, p. 439-445. 2012. doi: 10.1590/S1516-05722012000300003.

HUSSAIN, A. I.; ANWAR, F.; SHERAZI, S. H. T.; PRZYBYLSKI, R. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. **Food Chemistry**, Oxford, v. 108, n. 3, p. 986-995, 2008.

HUSSAIN, A.; ANWAR, F.; NIGAM, P. S.; ASHRAF, M.; GILANI, A. H. Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 90, p. 1827-1836, jun. 2010.

ISMAN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, p.603-608, 2000.

JULIATTI, F. C.; APPELT, C. C. N. S.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; HAMAWAKI, O. T.; MELO, B. de. Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 45-54, 2004.

KARAM, D., SILVA, J. A. A.; RIOS, J. N. G. *Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo*. Ano 05. 33. ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2011. Disponível em: <<http://grao.cnpms.embrapa.br/artigo.php?ed=Mw==&id=Mg>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

KIM, J. M. Antibacterial activity of carvacrol, citral, and geraniol against *Salmonella typhimurium* in culture medium and on fish Cubes. **Journal of Food Science**, n. 60, p. 1364-1368. 1995.

LEE, Y.; KIM, J.; SHIN, S.; LEE, S.; PARK, I. I. Antifungal activity of Myrtaceae essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. **Flavour Fragrance Journal**, Switzerland, v. 23, p. 23-28, jan. 2008.

LORENZETTI, E. R.; MONTEIRO, F. P.; SOUZA, P. E.; SOUZA, R. J.; SCALICE, H. K.; DIOGO JUNIOR, R.; PIRES, M. S. O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [online], v. 13, p. 619-627, 2011. doi: 10.1590/S1516-05722011000500019.

MAFRA, E. C.; DALLA PRIA, M. **Óleos essenciais no controle de *Colletotrichum graminicola* na cultura do milho**. In: 22º Encontro Anual de Iniciação Científica – EAIC, Foz do Iguaçu, PR. Nov., 2013.

MALLET, A. C. T.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; MACHADO, S. M. F.; ANDRADE, M. A.; NELSON, D. L.; PICCOLI, R. H.; PEREIRA, C. G. Chemical characterization of the *Allium sativum* and *Origanum vulgare* essential oils and their inhibition effect on the growth of some food pathogens. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 804-811, 2014.

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R. T.; JUNIOR, R. G. M.; LOPES, E. A. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & p. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 83-90, jan./fev. 2007.

MELO, R. M. C. A.; MELO FILHO, P. A.; CÂMARA, M. P. S.; CÂMARA, C. A. G.; SANTOS, R. C. Prospecção de óleos vegetais para controle da ramulose do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7. 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, p.1021-1027, 2009.

MENDONÇA, M. L. O Papel da Agricultura nas Relações Internacionais e a Construção do Conceito de Agronegócio. **Contexto int.** [online], Rio de Janeiro: Contexto Internacional, v. 37, n. 2, p.375-402. mai/ago. 2015. doi: 10.1590/S0102-85292015000200002.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p.

MIRANDA, C. A. S. F.; CARDOSO, M. das G.; CARVALHO, M. L. M.; MACHADO, S. M. F.; GOMES, M. de S.; SANTIAGO, J. de A.; TEIXEIRA, M. L. Atividade alelopática de óleos essenciais de plantas medicinais na germinação e vigor de aquênios de alface. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 1783-1798, 2015.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, n. 27, p. S4050-S4063, 2009.

MORATELLI, G.; KAEFER, K. A. C.; ERTEL, F.; VOGT, R. T.; FERREIRA, S. D.; EGEWARTH, V. A.; MATTEI, E.; ROSA, W. B.; EGEWARTH, J. F. Effect of fungicide

application times in the control management of leaf foliar diseases in maize. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 38, p. 3686-3695, set., 2015. doi: 10.5897/AJAR2015.9984.

NASCIMENTO, J. M.; SERRA, A. P.; BACCHI, L. M.; GAVASSONI, W. L.; VIEIRA, M. C. Inibição do crescimento micelial de *Cercospora calendulae* Sacc. por extratos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.15, n. 4, p.751-756, 2013.

NGUEFACK, J.; LETH, V.; ZOLLO, P. H. A.; MATHUR, S. B. Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fungi. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n.3, p. 329-34, 2004.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 8-16, out. 2011.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Programa Rio Rural. Campinas: boletim n.1. 1999. 79 p.

PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S.; SILVA, R. F.; FERNANDES, A. F.; FONSECA, E. W. N.; PICCOLI, R. H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 731-738, jul./ago. 2006.

PEREIRA, R. B.; ALVES, E.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V. DE; LUCAS, G. C.; FERREIRA, J. B. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1287-96, 2008.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; RESENDE, M. L. V.; ALVES, E. Potential of essential oils for the control of brown eye spot in coffee plants. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 115-123, Jan. /fev. 2011.

PERINA, F. J.; AMARAL, D. C.; FERNANDES, R. S.; LABORY, C. R.; TEIXEIRA, G. A.; ALVES, E. Thymus vulgaris essential oil and thymol against *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler: effects on growth, viability, early infection and cellular mode of action. **Pest Management Science**, London, 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.3933/epdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

PERINI, V. B. M.; CASTRO, H. G.; SANTOS, G. R.; AGUIAR, R. W. S.; LEÃO, E. U. SEIXAS, P. T. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 2, p. 23-27, mai. 2011.

PESSOA, M. N. G.; OLIVEIRA, J. C. M.; INNECCO, R. Efeito da tintura de alecrim-pimenta contra fungos fitopatogênicos *in vitro*. **29º Congresso de Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 404, 1996.

PIMENTEL, F. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; GUIMARÃES, L. G. L.; SILVA, D. M. Ação fungitóxica do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. e K. Shum sobre o *Aspergillus flavus* isolado da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). **Acta Amazônica**, Belém, v. 40, n. 1, p. 213-220, 2010.

PINTO, F. A. M.; REIS, R. M.; MARTINS-MAIA, F. G.; DIAS, I. E.; ARMESTO, C.; ABREU, M. S. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolados de frutos de mangueira. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 213-220, 2010.

REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças de plantas**. 6. ed. Passo Fundo: UPF Editora, 2010. 226 p.

RODRIGUES, E. A. Potencial da planta medicinal *Ocimum gratissimum* no controle de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 213-20, 2006.

ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: UFV, 1999. 45p.

ROZWALKA, L. C. **Óleos essenciais: ação sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum musae*, associados ou não à película de fécula de mandioca no controle da antracnose em goiaba**. 2010, 198f. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração: Fitopatologia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SANTOS, A. S. **Óleos essenciais: uma abordagem econômica e industrial**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011. 386 p.

SARMENTO BRUM, R. B. C.; CASTRO, H. G.; GAMA, F. R.; CARDON, C. H.; SANTOS, G. R. Phytotoxicity of essential oils in watermelon, bean and rice Plants. **Journal. Biotec. Biodivers**, v. 5, n. 2, p. 101-109, mai. 2014.

SARMENTO-BRUM, R. B. C.; SANTOS, G. R. dos; CASTRO, H. G. de; GONÇALVES; C. G.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; NASCIMENTO, I. R. do. Efeito de óleos essenciais de plantas medicinais sobre a antracnose do sorgo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, Supplement 1, p. 1549-1557, nov. 2013.

SARTORATTO, A.; MACHADO, A. L. M.; DELARMEILINA, G. M. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Journal of Microbiology**, n. 35, p. 275-280. 2004.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. **Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência**. Piracicaba: FEALQ, p.125-138. 2005.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. p.125-32.

SHAH, D. A.; DILLARD, H. R. Managing foliar diseases of processing sweet corn in New York with strobilurin fungicides. **Plant Disease**, v. 94, p. 213-220, 2010.

SILVA, A. C.; SALES, N. L. P.; ARAÚJO, A. V.; CALDEIRA JÚNIOR, C. F. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1853-1860, 2009.

SILVA, D. M. H.; BASTOS, C. N. Atividade antifúngica de óleos essenciais de espécies de *Piper* sobre *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* e *Phytophthora capsici*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 143-5, 2007.

SILVA, M. B.; MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M.; FONSECA, M. C. M. Uso de princípios bioativos de plantas no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 255, p. 70-77, 2010.

SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho**. 2. ed. Fundação ABC, 2007. 116 p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre. Ed. da UFRGS; Florianópolis. Ed. da UFSC. 1999. p. 387-416.

SOUSA, R. M. S. de; SERRA, I. M. R. de S.; MELO, T. A. de. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, Mar. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-54052012000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052012000100007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 20 ago. 2016. doi: 10.1590/S0100-54052012000100007.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório: revisão crítica. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SOUZA JÚNIOR, I.T.; SALES, N.L.P.; MARTINS, E.R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 79-83, set. 2009.

SOYLU, E. M.; KURT, S.; SOYLU, S. In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 143, p. 183-189, ago. 2010.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. **Biotechnologia, Ciência & Desenvolvimento**, n.11, p. 16-21. 1999.

TAGAMI, O. K.; GASPARIN, M. D.; SCHWAN-ESTRADA, K, R, F.; SILVA CRUZ, M. E.; ITAKO, A. T.; TOLENTINO JÚNIOR, J. B.; MORAES, L. M.; STANGARLIN, J. R. Fungitoxidade de *Bidens pilosa*, *Thymus vulgaris*, *Lippia alba* e *Rosmarinus*

*officinalis* no desenvolvimento *in vitro* de fungos fitopatogênicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 285-294, abr./jun. 2009.

TAKATSUKA, F. S., I. D.; SILVA, M. F.; OLIVEIRA, C.; CZEPAK, C. M. A.; OLIVEIRA-CUNHA, M. G. Efeito do óleo essencial açafrão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. In: **Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, Uberlândia. Resumo, 36.p. S350. 2003.

TALAMINI, V., STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. (Eds). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: Editora UFSC, 2004. p.143-157.

TROJAN, D. G.; VENANCIO, W. **Efeito de piraclostrobina sobre a produtividade da cultura do trigo**: efeitos fisiológicos. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas. 2016. 76 p. ISBN: 978-3-330-73539-2.

TRUYLIO, C. E. C. **Efeitos de produtos alternativos para o controle de antracnose em feijão**. 2015, 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Agricultura). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

TWORKOSKI, T. Herbicide effects of essential oils. **Weed Science**, v. 50, p. 425-431, 2002.

TYAGI, A. K.; MALIK, A. Antimicrobial potential and chemical composition of Mentha piperita oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. **Food Control**, Guildford, v. 22, p. 1707-1714, abr. 2011.

TZORTZAKIS N. G.; ECONOMAKIS, C. D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. **Innovative Food Science e Emerging Technologies**, v. 8, n. 2, p. 253- 258, 2007.

UEBEL, J. D. **Avaliação de fungicidas no controle de doenças foliares, grãos ardidos e efeito no NDVI em híbridos de milho**. 2015, 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

VASANTHARAJ, D. B. Biotechnological approaches in IPM and their impact on environment. *Journal of Biopesticides*, v. 1, n. 1, p.1-5, 2008.

VENZON, M. et al. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, UFV, 2006. 206p.

VIEIRA, A.; RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D. Fitotoxidade de fungicidas, acaricidas e inseticidas sobre o mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivar Sunrise Solo Improved Line 72/12. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 175-178, 2003.

YAMAMOTO, P. Y.; COLOMBO, C. A.; FILHO, J. A. A.; LOURENÇÃO, A. L.; MARQUES, M. O. M.; MORAIS, G. D. S. Performance of ginger grass (*Lippia alba*) for traits related to the production of essential oil. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 5, p. 481-489, 2008.

## CAPÍTULO 2

### VALIDAÇÃO DE ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA QUANTIFICAÇÃO DA SEVERIDADE DA ANTRACNOSE DA FOLHA DO MILHO

#### RESUMO

A ocorrência de doenças foliares no milho (*Zea mays*) causadas por fungos é facilmente observada no campo. Entretanto são necessárias ferramentas que possibilitem obter informações precisas sobre a quantificação de doença. Nesse sentido o objetivo deste trabalho foi elaborar uma escala diagramática para estimar a severidade da antracnose foliar causada por *Colletotrichum graminicola* na cultura do milho. Para elaboração da escala diagramática de antracnose foliar foram coletadas 100 folhas de milho com diferentes níveis de severidade da doença e levadas a laboratório para seleção e captação das imagens tratadas pelo software Quant v.1.0.2, para então elaborar a escala diagramática. Para validação da escala, as imagens das folhas foram submetidas à 22 avaliadores experientes e a 13 avaliadores inexperientes, para obtenção das estimativas das severidades sem o uso da escala e em seguida com o uso da escala. Conhecendo o grau de severidade real pode-se através da análise de regressão, determinar a relação entre o grau de severidade real e o grau de severidade estimado com o uso e sem o uso da escala. A precisão do avaliador pode ser determinada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pela variância. A escala proposta neste trabalho, com 12 níveis, apresentou-se como uma ferramenta assertiva para a quantificação da severidade da antracnose foliar causada por *C. graminicola*. A acurácia e precisão de todos os avaliadores, independentemente de experiência anterior com escalas diagramáticas aumentou quando estes usaram a escala; pois entre os avaliadores experientes 14 dos 22 aumentaram sua acurácia na avaliação e entre os inexperientes 9 entre os 13 também tiveram sua acurácia melhorada pelo uso da escala proposta. Portanto os ganhos foram maiores para os avaliadores sem experiência, 69,2%.

**Palavras-chave:** *Colletotrichum graminicola*, epidemiologia, fitopatometria.

## CHAPTER 2

### SCALE VALIDATION DIAGRAMMATIC FOR MEASUREMENT OF THE SEVERITY OF CORN LEAF ANTHRACNOSE

#### ABSTRACT

The occurrence of foliar diseases in corn (*Zea mays*) caused by fungi is easily observed in the field. However it is necessary accurate information on the quantification of damages. In this sense the objective of this study was to develop a diagrammatic scale to assess the severity of leaf anthracnose caused by *Colletotrichum graminicola* in corn. For preparation of diagrammatic leaf anthracnose were collected 100 sheets of corn with different levels of disease severity and taken to the laboratory for selection and capture of images handled by Quant v.1.0.2 software, and then develop the diagrammatic scale. To the scale validation, images of leaves were subjected to 22 evaluators 22 experienced reviewers and 13 inexperienced evaluators to obtain the estimates of severity without the use of the scale and then using the scale. Knowing the actual degree of stringency can be by regression analysis, to determine the relationship between the actual degree of severity and estimated degree of severity with the use or without the use of scales. The accuracy of the evaluator may be determined by the coefficient of determination ( $R^2$ ) and variance. The scale proposed in this paper was presented as an assertive tool to quantify the severity of leaf anthracnose caused by *C. graminicola*. The accuracy of all raters, regardless of previous experience with diagrammatic scales increased when they used the scale; because between the experienced evaluators 14 of 22 increased their accuracy in assessing and among inexperienced 9 among the 13 also had their accuracy improved by using the proposed scale. So the gains were higher for evaluators without experience, 69.2%.

Keywords:, *Colletotrichum graminicola*, epidemiology, fitopatometria.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) está sujeita à ocorrência de várias doenças que podem trazer danos a produtividade, afetando a qualidade e o valor nutritivo de grãos e da forragem. Dentre as doenças foliares que ocorrem na cultura, merece destaque a antracnose (*Colletotrichum graminicola*) (PASCHOLATI; MELO; DALIO, 2015).

No entanto, além de conhecer o patógeno de uma doença é imprescindível quantificar os sintomas por ele causado (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011). Segundo essa premissa, evidencia-se a necessidade de se medir a intensidade doenças em plantas, papel chave para a fitopatometria dentro da fitopatologia (LOPES et al., 2014). A quantificação de doenças de plantas é parte fundamental para a correta interpretação de estudos de controle e epidemiologia (ALVES; NUNES, 2012).

Dentre os métodos de medida, a severidade é a medida mais adequada a doenças expressivas de parte aérea. A sua quantificação é mais trabalhosa e depende de treinamento prévio do avaliador. O avaliador deve ser capaz de reconhecer as características da doença, tais como sua distribuição na planta e na área avaliada, a existência de variações entre folhas novas e velhas, e possuir habilidade de estimar com precisão e acurácia a porcentagem da área coberta com os sintomas. Embora a severidade seja uma variável mais difícil de ser obtida, ela apresenta melhor ajuste em estudos de eficiência de controle, condições favoráveis a epidemias e em estudos de danos (VALE et al., 2004; NUTTER; ESKER; COELHO NETO, 2006; ALVES; NUNES, 2012).

Uma das ferramentas da patometria são as escalas diagramáticas que são criadas para auxiliar na determinação do nível de doença em uma planta, folha, fruto, dentre outros alvos. A popularização dos computadores e das máquinas fotográficas digitais facilitou o desenvolvimento de escalas diagramáticas e também o uso de análise de imagens para a quantificação da severidade. Esse último método permite a medição da severidade, o tamanho da lesão, a classificação das lesões por tamanho e o número de lesões por folha ou por área, o que facilita relacionar o sintoma com sua área foliar comprometida a partir de uma escala. Validar uma escala diagramática consiste em, após o seu desenvolvimento, realizar

testes com avaliadores utilizando e não utilizando a mesma (DOMINGUEZ, et al., 2014; SILVA; GUIMARAES; CANTERI, 2014; DEBONA et al., 2015).

A quantidade de uma doença só pode ser determinada com confiabilidade quando é possível medi-la e expressa-la em números. A quantificação de doenças em plantas, independentemente do método a ser utilizado, está sujeito a erros, podendo os mesmos variar em magnitude. Para que esses erros sejam minimizados, o método utilizado na quantificação da doença deve apresentar resultado acurados, precisos com boa reprodutibilidade e repetibilidade (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2010).

Acurácia refere-se à proximidade dos valores estimados de uma determinada amostra em relação ao valor real (VALE et al., 2004). Portanto, em método acurado, os valores das estimativas são muito próximos aos valores reais, havendo baixa tendência de superestimativas e subestimativas. Já a precisão, refere-se à repetibilidade, ou seja, um método repetitivo é aquele que apresenta uma baixa variação associada com a estimativa da doença (CAMPBELL; MADDEN, 1990), portanto, em um método preciso, os valores estimados da doença são semelhantes entre si (MAFIA et al., 2011).

Estas escalas contêm diagramas com diferentes níveis de severidade, que servem como norteadores para o avaliador, podendo ele estimar valores intermediários de severidade a aqueles contidos na escala. A diagramação de montagem da escala diagramática deve reproduzir com exatidão o formato da planta, suas proporções de tamanho, seus contornos e levar em consideração o tamanho e a distribuição das lesões na superfície da planta doente (ALVES; NUNES, 2012).

Para uma escala diagramática ser validada é necessário que um grupo de avaliadores determine o grau de severidade de certo número de alvos, que podem ser frutos, plantas ou folhas, com determinada doença. A avaliação destes alvos é feita utilizando a escala proposta e sem a utilização da mesma, e em alguns estudos o alvo é avaliado duas vezes, sendo a primeira avaliação considerada um treinamento e a segunda a avaliação com o avaliador treinado (SILVA; GUIMARAES; CANTERI, 2014).

A utilização adequada de uma escala diagramática auxilia tanto o avaliador com experiência quanto o sem experiência em avaliações da severidade das

doenças de plantas. Fatores intrínsecos ao avaliador são relevantes para classificá-lo como excelente ou bom na avaliação de uma determinada doença, tais como: a experiência ou não em avaliações, o grau de precisão e acurácia, a sua acuidade visual e a calibração de sua subjetividade na estimativa da doença com uso de uma escala diagramática desenvolvida com qualidade para essa doença a ser avaliada (TOMERLIN, 1988; LIBRELON, 2013).

Para elaboração de uma escala diagramática de qualidade e confiabilidade, são exigidos alguns critérios. Entre eles, garantir a alta precisão na detecção da quantidade real de doença encontrada na amostra; outro seria que os limites inferior e superior da escala diagramática devem ser equivalentes à porcentagem mínima e máxima, respectivamente, da doença de planta encontrada na amostra; ainda há o critério que diz que as subdivisões do grau de porcentagem dentro da escala diagramática devem levar em conta os limites da percepção da acuidade visual humana, estabelecidos na Lei do Estímulo de Weber-Fechner, que define que a visão do ser humano consegue identificar lesões de severidade de doenças de planta inferiores a 50%, seja da área folhar ou do fruto (HORSFALL; COWLING, 1978; CAPUCHO et. al., 2010; LIMA et al., 2013; SOUZA, 2014).

Incontestavelmente o avanço da tecnologia no trabalho com imagens tem facilitado o trabalho de desenvolvimento, tanto da escala diagramática quanto da análise de imagens que possam quantificar a severidade existente na planta. O processamento da imagem digital permite mensurar a severidade real da superfície da planta lesionada, medir o tamanho da lesão, além de classificar a quantidade e o tamanho de lesões encontradas na superfície da planta (ALVES et al., 2012).

Diversas escalas diagramáticas estão disponíveis na literatura para os mais variados patossistemas, no entanto caso não haja escala descrita para a quantificação de uma determinada doença, a mesma deve ser elaborada e validada (LAZAROTO et al., 2012; KLOSOWSKI et al., 2013). Apesar das vantagens e as aplicações do uso de escalas diagramáticas para a estimativa da severidade de doenças, a antracnose foliar do milho, causada por *Colletotrichum graminicola*, ainda não conta com uma escala própria para suas características, o que dificulta a avaliação e tomada de decisão sobre o controle deste patógeno, justificando assim a necessidade deste trabalho.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar uma escala diagramática para estimar a severidade da antracnose foliar em milho causada por *Colletotrichum graminicola*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Propor por meio do uso da escala padronizar a avaliação de severidade da antracnose foliar na cultura do milho.

Validar a escala diagramática proposta para quantificação de antracnose foliar do milho.

Comparar os resultados de validação entre grupos com maior e menor experiência a campo na diagnose de doenças do milho.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração da escala diagramática de antracnose foliar foram coletadas 100 folhas de milho com diferentes níveis de severidade da doença obtidas de plantas inoculadas com *C. graminicola* mantidas em vasos em casa de vegetação na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

O isolado de *C. graminicola* utilizado para a inoculação das plantas de milho foi cedido pelo laboratório de Genética da UEPG oriundo inicialmente da empresa DowAgrosciences LTDA (Jardinópolis, SP), sendo fornecido na forma de discos de meio de cultura com colônias do fungo, armazenados pelo método de Castellani.

A multiplicação inicial do fungo foi realizada através da transferência dos discos com colônias do fungo para placas de Petri contendo meio de cultura aveia-ágar (10 g de farinha de aveia, 2,5 g de ágar e 250 mL de água destilada), depositados na região central. As placas com as colônias foram incubadas em câmara de crescimento na temperatura de 22°C ( $\pm$  2°C) sob lâmpadas fluorescentes, em regime de fotoperíodo de 12 horas, até a esporulação das colônias.

Para obtenção do inóculo foi adicionado 20 mL de água destilada estéril nas placas de Petri contendo colônias esporuladas do fungo e com o auxílio de um pincel as colônias do patógeno foram raspadas superficialmente para a liberação dos conídios e obtenção da suspensão concentrada de esporos. A concentração foi ajustada para  $5,0 \times 10^5$  esporos mL<sup>-1</sup> com auxílio da Câmara de Neubauer. Para cada litro da suspensão foi adicionada uma gota do espalhante adesivo Tween 80®.

Imediatamente após a inoculação, os vasos contendo as plantas de milho foram cobertos com sacos plásticos umedecidos transparentes de modo a simular uma câmara úmida, mantidos por 48 horas, fornecendo as condições de umidade adequadas para o desenvolvimento do patógeno. Após a retirada do saco plástico as plantas foram mantidas em casa de vegetação, sob temperatura controlada, até o surgimento dos sintomas.

As folhas sintomáticas foram levadas para o laboratório para seleção e captação das imagens e transferidas para um computador. Durante o processo de análise computacional da imagem de planta doente para determinar o valor da severidade real, existe uma sequência de ações operacionais, onde a primeira etapa é a digitalização da imagem seguida da inserção desta no programa de análise. A

resolução do equipamento foi configurada em 300 dpi, o que garantiu a qualidade da imagem para quantificação da área a ser analisada. O próximo passo foi determinado pelo “Processamento da imagem”, no qual é realizada a calibração da imagem através de software de manipulação de imagem, para padronizar todas as imagens em um tamanho único de 100 pixel/cm e realizar a redução das cores da imagem deixando apenas uma cor para a lesão, uma segunda cor para o halo e uma terceira cor para o tecido sadio. A partir daí que realizou-se a “Quantificação” da imagem, onde se obteve os valores de severidade real, o tamanho das lesões, o número de lesões através de software específico para esta tarefa de avaliação de doença de plantas (ALVES et al., 2012).

Foram considerados os limites superiores e inferiores da escala, correspondendo à máxima e mínima intensidade da doença observada em casa de vegetação, onde 0% significa ausência de doença e 100% significa área foliar completamente tomada pelos sintomas da doença, com área foliar verde totalmente ausente. Estabeleceram-se 12 níveis de severidade da doença, para compor a escala diagramática. Para manipulação das imagens utilizou-se o software de imagem Quant v.1.0.2 (VALE et al., 2003).

Para validação da escala, foram projetadas imagens por meio do programa Power Point (Microsoft Office 2010), contendo as folhas de milho com diferentes níveis de severidade de *C. graminicola*. Em uma primeira fase, os avaliadores estimaram a severidade sem auxílio da escala diagramática e, em uma segunda fase, estimaram a severidade com o auxílio da mesma. A apresentação foi submetida a 22 avaliadores experientes e a 13 avaliadores inexperientes, para obtenção das estimativas das severidades.

Conhecendo o grau de severidade real pode-se através da análise de regressão, determinar a relação entre o grau de severidade real e o grau de severidade estimado com e sem o uso da escala. Analisando as variáveis do estudo, se definiu como variável independente a severidade real e a variável dependente a severidade estimada. Desta forma pode-se estimar a precisão e acurácia de estimativa do avaliador do grau de severidade da doença. A precisão do avaliador foi determinada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pela variância através do programa Excel 2010 (Microsoft®) utilizado nas análises de regressão linear (SPOSITO et al., 2004).

A acurácia das estimativas foi determinada pelo teste  $t$  aplicada ao intercepto da regressão linear (a), para verificar se foi significativamente diferente de 0, e ao coeficiente angular da reta (b), para testar se foi significativamente diferente de 1, ao nível de 5% de probabilidade. Valores de intercepto significativamente diferente de 0 indicam a presença de desvios constantes, enquanto que valores de coeficiente angular da reta que desviam significativamente de 1 indicam a presença de desvios sistemáticos (ALVES et al., 2015).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escala diagramática elaborada neste trabalho, com 12 níveis de severidade, tem como limites inferior 0,5% de área lesionada e limite máximo 100% de área lesionada (folha morta) (Figura 1).

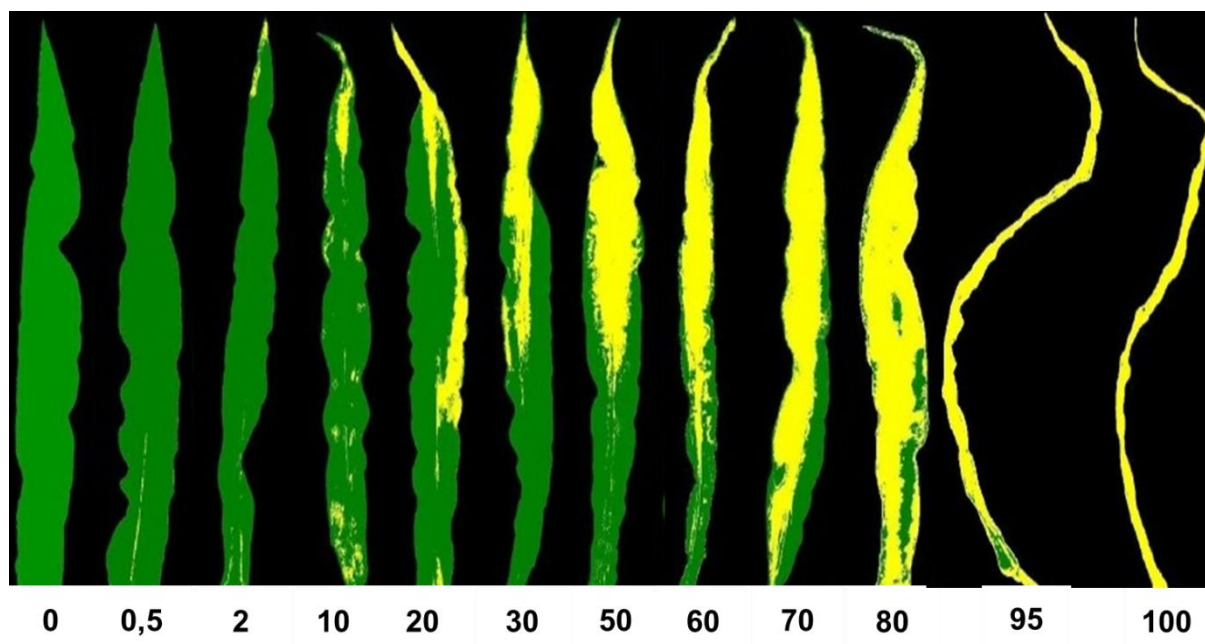


Figura 1. Escala diagramática da antracnose da folha do milho (*Zea mays*) causada por *Colletotrichum graminicola* de acordo com o programa Quant. Ponta Grossa-PR.

De acordo Silva, Guimarães e Canteri (2015) em 69 artigos encontrados entre 1997 e 2013, com o tema de pesquisa “validação de escala diagramática”, em anais de eventos, periódicos, teses e dissertações, o número de avaliadores que realizam a estimativa da doença pode variar de 4 a 20 pessoas, podendo ser separados por grupo de avaliadores experientes e inexperientes na validação da escala diagramática. As validações de escalas diagramáticas são realizadas com e sem a escala, e por avaliadores com e sem experiência, e ainda os treinados, que utilizaram a escala uma primeira vez e validaram já conhecendo a escala. Para este trabalho foram selecionados 22 avaliadores experientes e 13 avaliadores inexperientes.

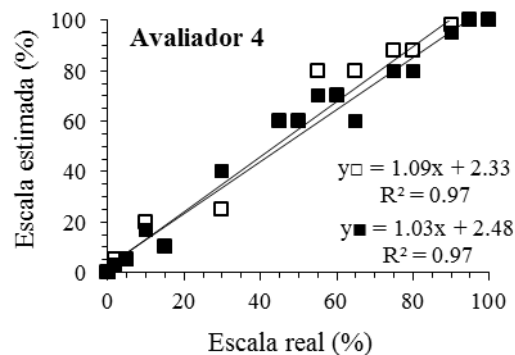
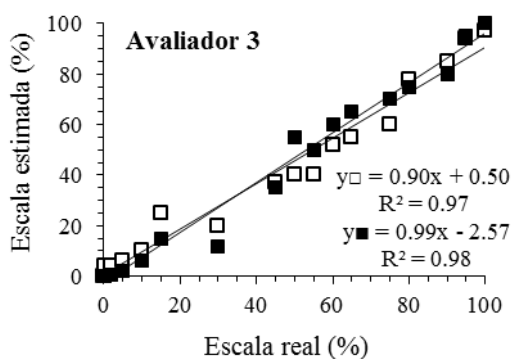
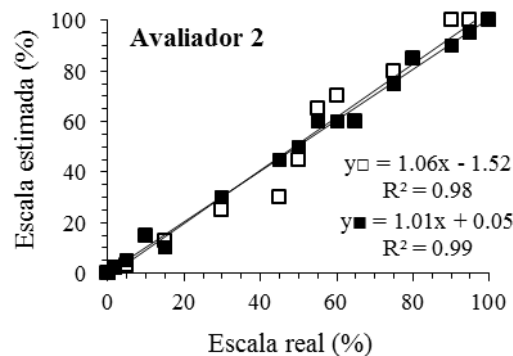
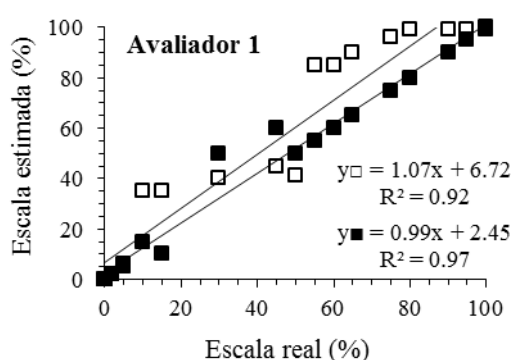
Observou-se que para a maioria dos avaliadores (Figuras 2 e 3), os valores estimados de severidade ficaram próximos dos valores da severidade real. Esta

proximidade entre a estimativa e a realidade determina a acurácia das avaliações (MARTINS et al., 2004).

A vantagem de se obter uma expressão matemática que estime a severidade reside na facilidade operacional e na maior precisão (repetibilidade) da avaliação realizada. Vários trabalhos de pesquisa têm-se dedicado a esta determinação, como Dillard e Seem (1990) para ferrugem comum do milho, Reis et al. (1996) quanto à ferrugem da folha do trigo, Silva-Acunã (1999) para ferrugem do cafeeiro, Martins et al. (2004) para doenças de final de ciclo da soja, entre outros (LOPES et al., 2014).

Para uma escala diagramática ser validada é necessário que um grupo de avaliadores determine o grau de severidade de certo número de alvos, que podem ser frutos, plantas ou folhas, com determinada doença. A avaliação destes alvos é feita utilizando a escala proposta e sem a utilização da mesma, e em alguns estudos o alvo é avaliado duas vezes, sendo a primeira avaliação considerada um treinamento e a segunda a avaliação com o avaliador treinado (Figuras 2 e 4).

Valeriado et al. (2015) citam em seu trabalho que embora na análise visual, 100% da área foliar esteja coberta por sintomas do patógeno, neste caso manchas foliares de antracnose, o programa detecta áreas foliares, ainda sem estruturas fúngicas. Fatos como este, podem provocar erros de avaliação quando não se usa a escala elaborada.



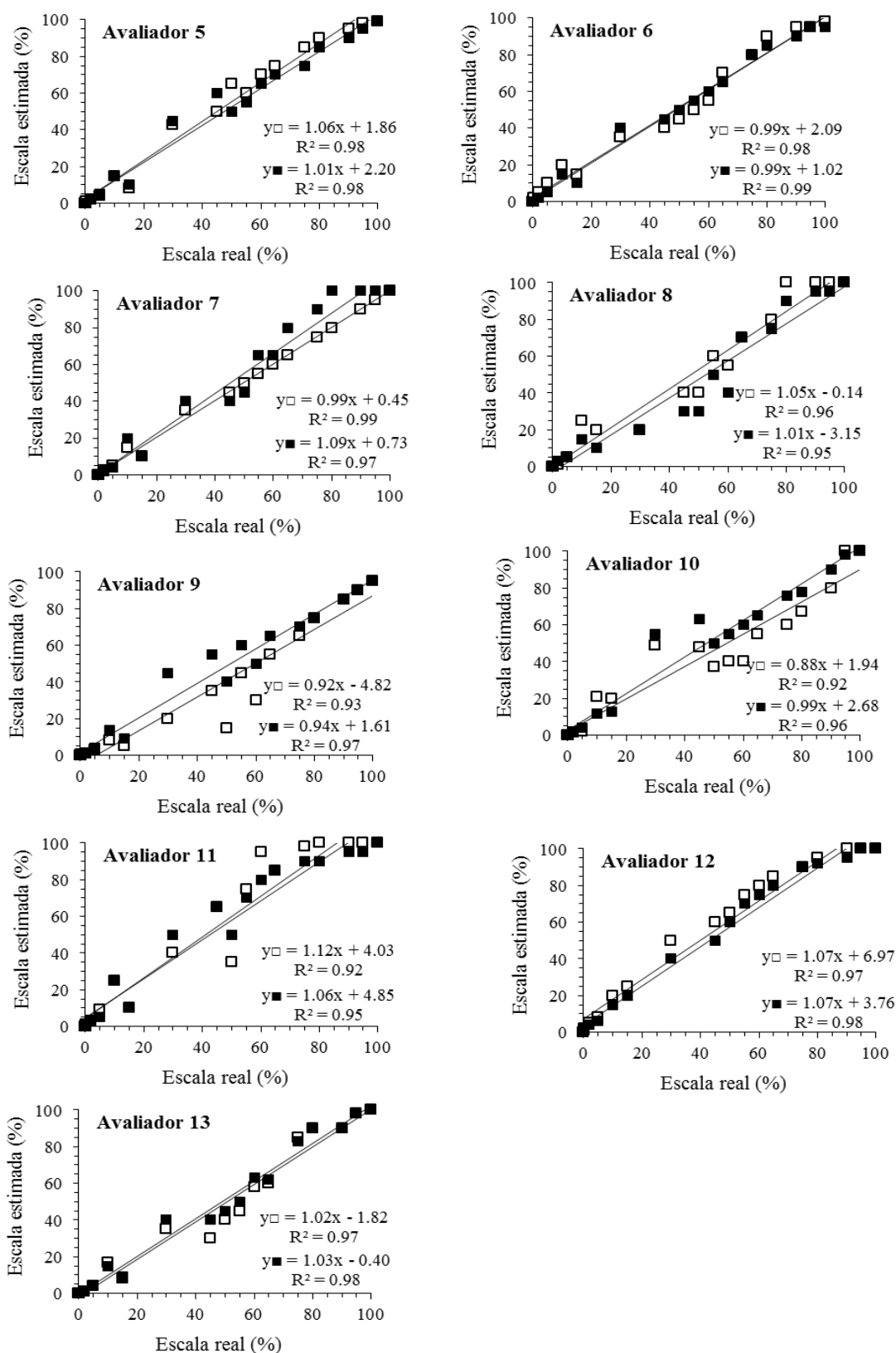


Figura 2. Severidade estimada de antracnose na folha realizada por 13 avaliadores inexperientes sem e com o auxílio da escala diagramática e equações de regressão obtidas entre a severidade real e a severidade estimada. Ponta Grossa, 2016.

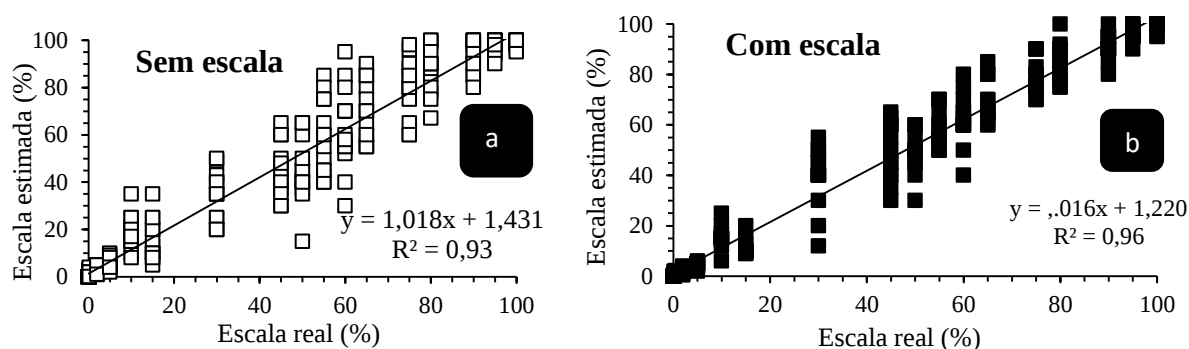
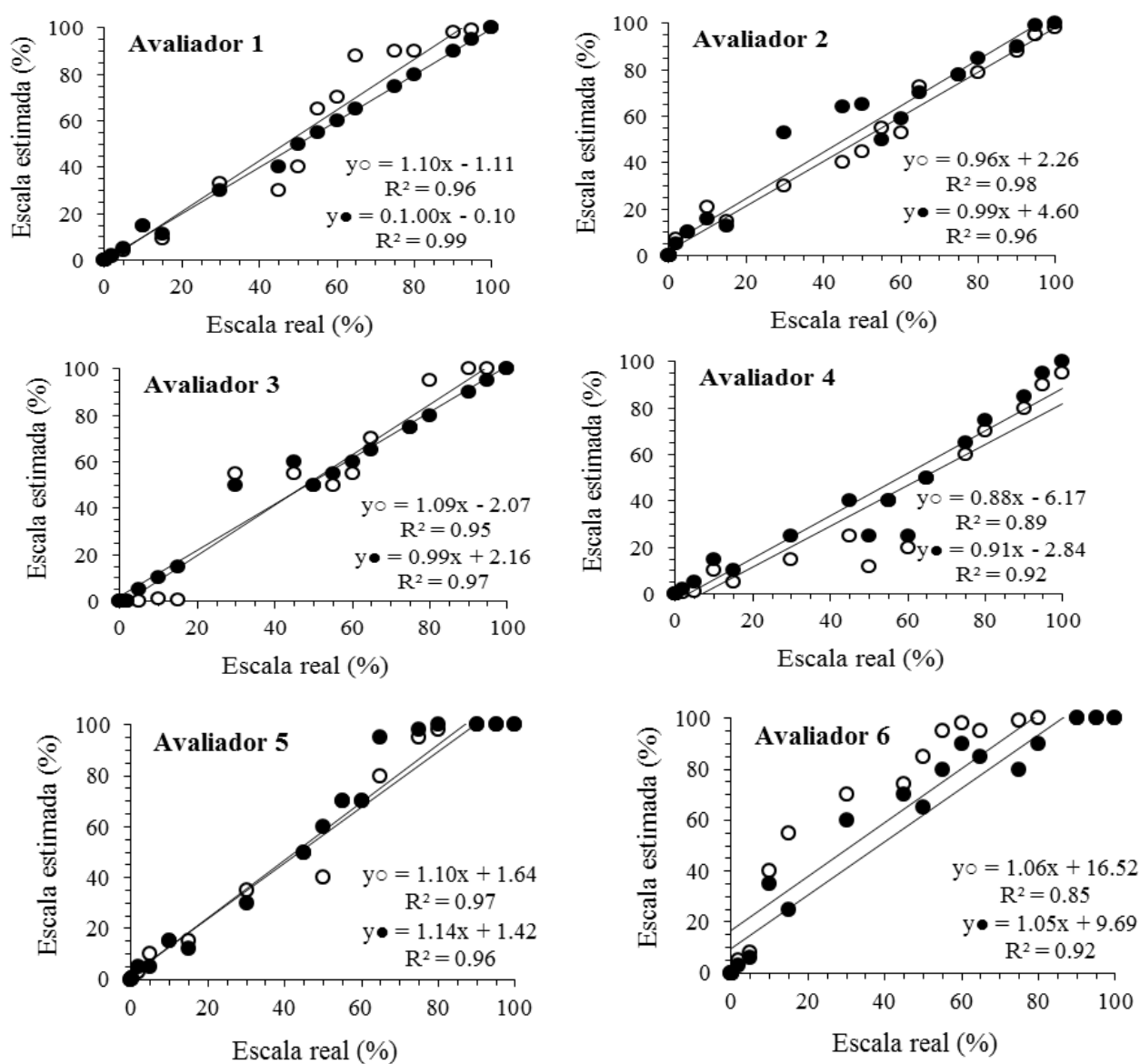
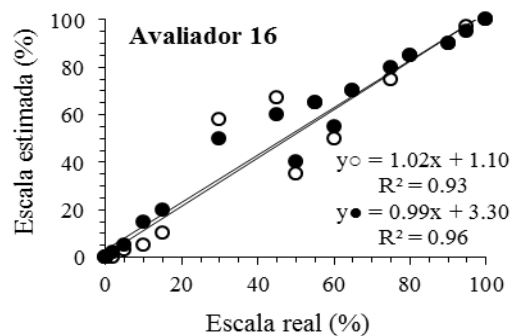
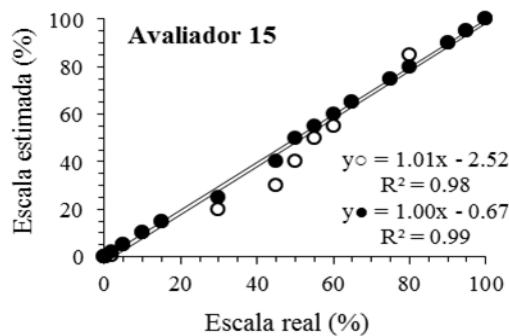
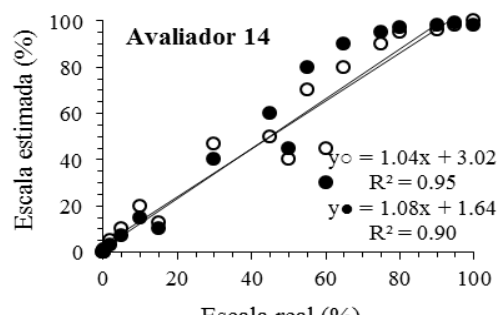
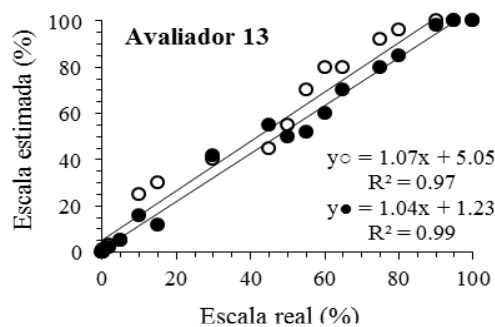
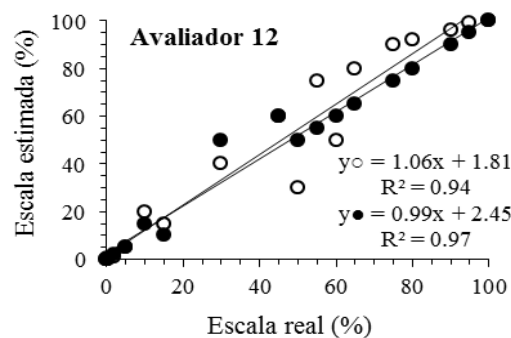
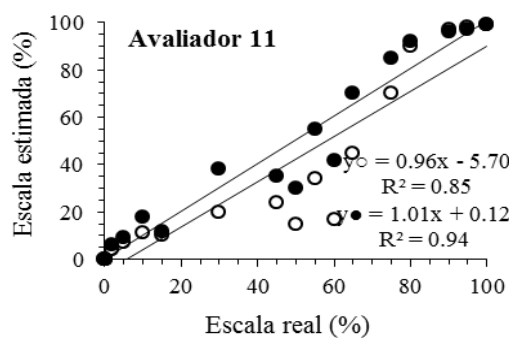
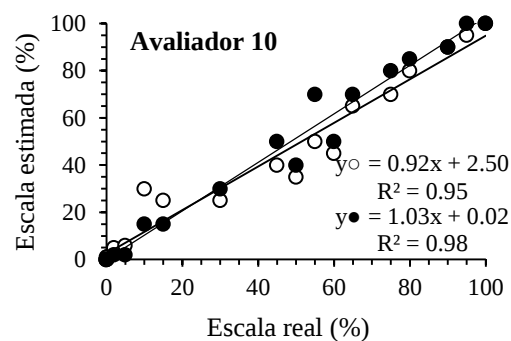
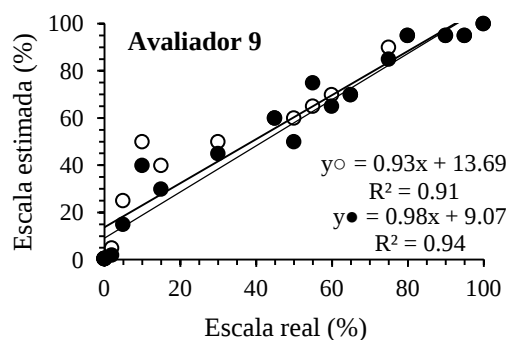
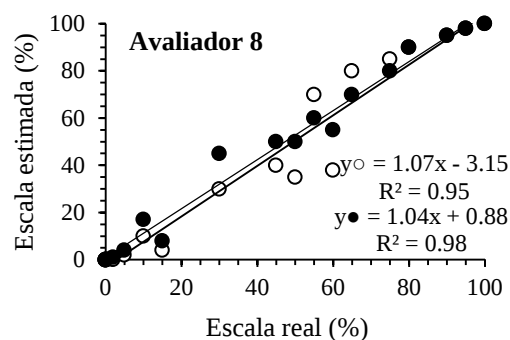
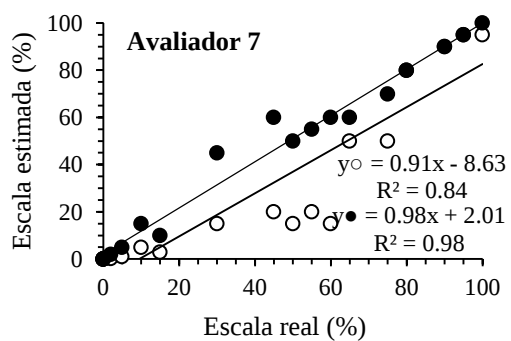


Figura 3. Severidade estimada de antracnose na folha realizada por 13 avaliadores inexperientes sem (A) e com (B) o auxílio da escala diagramática e equações de regressão obtidas entre a severidade real e a severidade estimada. Ponta Grossa, 2016.





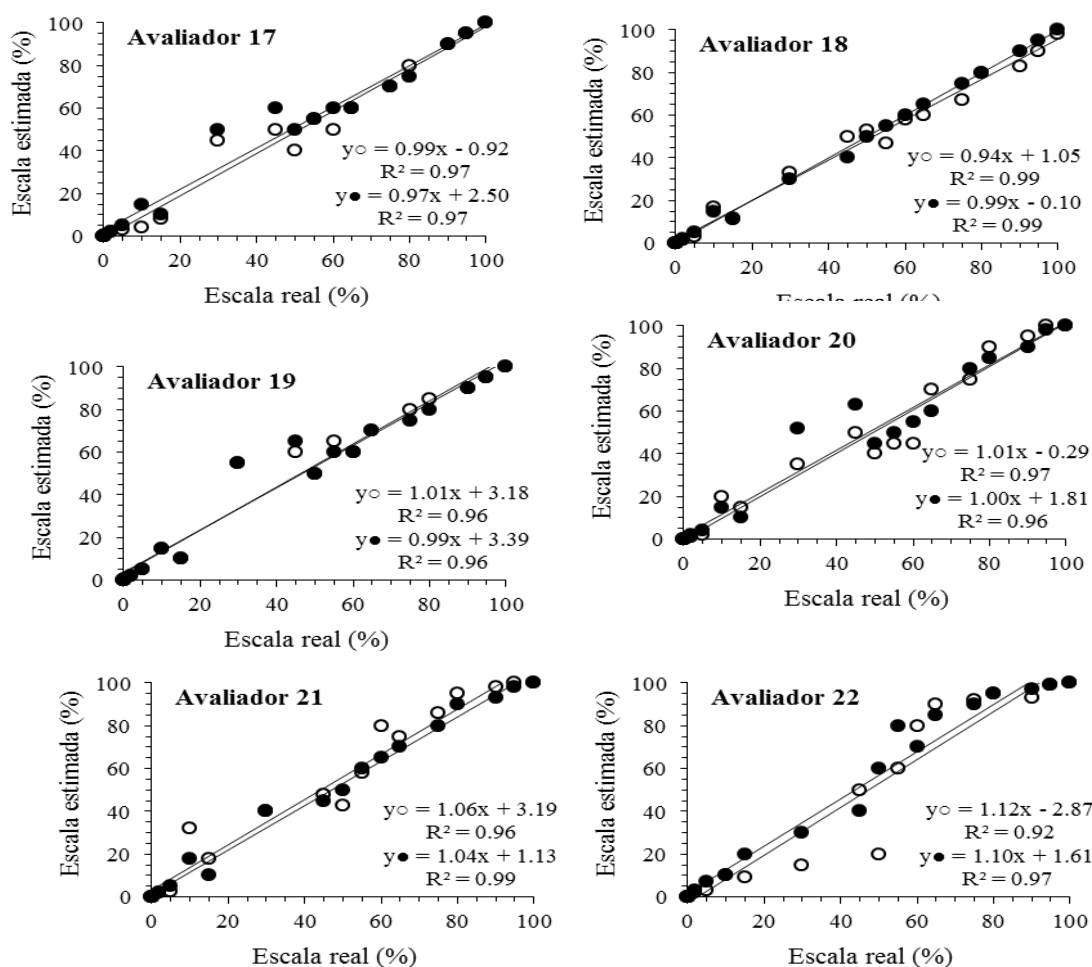


Figura 4. Severidade estimada de antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na folha realizada por 22 avaliadores experientes sem e com o auxílio da escala diagramática. Ponta Grossa-PR, 2016.

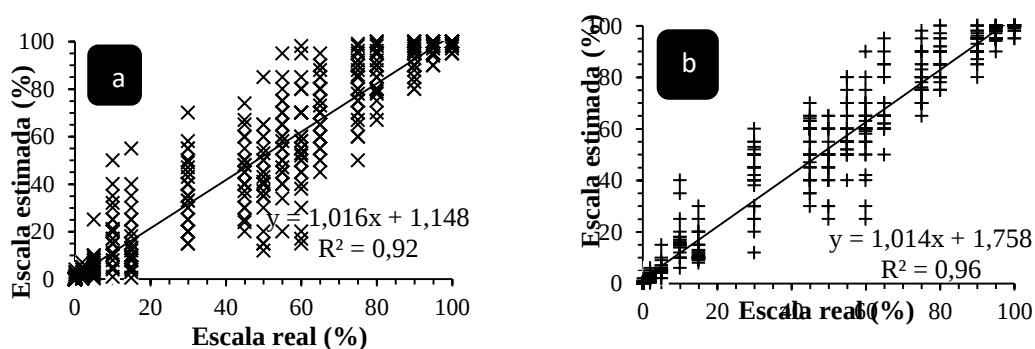


Figura 5. Somatória da severidade estimada de antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na folha realizada por 22 avaliadores experientes sem o auxílio da escala diagramática (A), com o auxílio da escala (B) e equações de regressão obtidas entre a severidade real e a severidade estimada. Ponta Grossa, 2016.

Sabendo que o grau de severidade real é conhecido, pode-se, através da análise de regressão, determinar a relação entre o grau de severidade real e o grau

de severidade estimado com o uso e sem o uso das escalas, e se essa relação é estatisticamente significativa (Figuras 2 e 4 e Tabela 1).

Tabela 1. Correlações lineares em relação a escala diagramática real (proposta) para avaliação de antracnose (*Colletotrichum graminicola*) na folha do milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, 2016.

| Avaliadores     | Nota       |   | Coeficientes  | $p$     | $R^2$ | $r$  | $C_b$ |
|-----------------|------------|---|---------------|---------|-------|------|-------|
| Experientes     | Sem escala | a | 1,014 (0,017) | < 0,001 | 0,90  | 0,95 | 1,03  |
|                 |            | b | 0,981 (0,922) | 0,288   |       |      |       |
|                 | Com escala | a | 1,013 (0,011) | < 0,001 | 0,95  | 0,98 | 1,02  |
|                 |            | b | 2,076 (0,634) | 0,001   |       |      |       |
| Não experientes | Sem escala | a | 1,018 (0,018) | < 0,001 | 0,93  | 0,97 | 1,03  |
|                 |            | b | 1,413 (0,999) | 0,153   |       |      |       |
|                 | Com escala | a | 1,016 (0,013) | < 0,001 | 0,96  | 0,98 | 1,02  |
|                 |            | b | 1,220 (0,710) | 0,087   |       |      |       |

Valores entre parênteses representam o erro padrão.  $r$ : coeficiente de correlação (mede a precisão).  $C_b$ : fator de correção do desvio (mede a acurácia).

Analizando as variáveis do estudo, é possível definir qual variável é dependente do conjunto de variáveis existentes. Nessa relação pode-se dizer que a variável independente foi a severidade real e a dependente a severidade estimada (Figuras 2 e 4). Considerando-se que esta relação foi linear é possível realizar a regressão de mínimos quadrados para representar tal relação. Desta forma estimou-se a precisão e acurácia de estimativa do avaliador do grau de severidade da doença. A precisão do avaliador foi determinada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pela variância (Figuras 2 e 4 e Tabela 1).

No que tange a acurácia nas avaliações, quanto mais próximo de 1,0 o valor de  $R^2$  mais acurado é o avaliador, e quanto mais próximo de zero menos acurado é o avaliador. Considera-se ideal acurácias superiores a 0,9, o que neste trabalho correspondeu a 69,2% dos avaliadores inexperientes e 63,6% dos avaliadores experientes. Pessoas com acurácia inferior a 0,75 tendem a ser desconsiderados e não devem ser selecionados como avaliadores, dado ao elevado grau de imprecisão de suas avaliações. Neste trabalho a menor acurácia ficou em 0,84 não necessitando exclusão de nenhuma avaliador. Entretanto, não se deve desconsiderar um avaliador apenas por uma única tentativa. Há uma tendência

natural de que, quanto mais vezes se utiliza a escala, mais precisa se torna a avaliação (VIEIRA JUNIOR et al., 2013).

Os avaliadores considerados acurados têm as médias das estimativas da severidade próximas da média real. Foi possível observar que a acurácia de todos os avaliadores, independentemente de experiência anterior com escalas diagramáticas aumentou quando estes usaram a escala; pois entre os avaliadores experientes 14 dos 22, aumentaram sua acurácia na avaliação e entre os inexperientes 9 entre os 13 também tiveram sua acurácia melhorada através do uso da escala proposta. Portanto os ganhos foram maiores para os avaliadores sem experiência, 69,2%. O efeito do uso de escala é notado fortemente em avaliadores não treinados que tenderam a superestimar o valor de severidade real do ataque na superfície foliar nas avaliações sem o uso da escala diagramática, conforme demonstrou a avaliação de 11 entre 13 avaliadores.

Para os avaliadores com experiência com o uso de escalas, esta serviu para uma calibração visual, especialmente nas severidades. É válido ressaltar que mesmo para os avaliadores experientes há uma tendência de superestimar a doença, o que pode ser considerado como positivo, visando no manejo da doença na cultura, como pode ser verificado pelos resultados deste trabalho.

Houve aumento dos valores de coeficientes de regressão com o emprego da escala, saindo de 0,90 e passando para 0,95 para os avaliadores experientes e de 0,93 a 0,96 para avaliadores inexperientes, demonstrando assim a precisão com o seu uso. Estes resultados assemelham-se aos encontrados em outros patossistemas, de validação de escalas diagramáticas, citando Martins et al. (2004), Andrade et al. (2005), Michereff et al. (2006), Custódio et al. (2011), Capucho et al. (2011), Domiciano et al. (2013), Rios et al. (2013), Duarte et al. (2013) e Lage et al. (2014).

Para um avaliador ser considerado excelente, o erro de suas estimativas deve estar dentro de um intervalo de 5% do valor real e bom quando não ultrapassar a 10% (NUTTER JUNIOR; SCHULTZ, 1995). Segundo esses critérios, os erros absolutos obtidos na validação foram aceitáveis (Tabela 1), porém podem ser minimizados com o treinamento e uso constante da escala pelos avaliadores, conforme confirmam outros trabalhos (AMORIM et al., 1995; NUTTER JUNIOR; SCHULTZ, 1995; MICHEREFF; ANDRADE; NORANHA, 2006).

## 5 CONCLUSÃO

A escala proposta neste trabalho apresentou-se como uma ferramenta assertiva para a quantificação da severidade da antracnose foliar causada por *Colletotrichum graminicola*.

A acurácia de todos os avaliadores, independentemente de experiência anterior com escalas diagramáticas aumentou quando estes usaram a escala; pois entre os avaliadores experientes 14 dos 22, aumentaram sua acurácia na avaliação e entre os inexperientes 9 entre os 13 também tiveram sua acurácia melhorada através do uso da escala proposta. A eficiência foi maior para os avaliadores sem experiência, 69,2%.

## REFERÊNCIAS

ALVES, G. C. S.; SANTOS, L. de C.; DUARTE, H. da S. S.; DIAS, V.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, M. R. da. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**; v. 1, n. 1, p. 128-133. 2015.

ALVES, S. A. M.; NUNES, C. C. **Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em plantas**. Comunicado Técnico 120. Bento Gonçalves: Embrapa. Jul. 2012.

AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; RODRIGUES, F. Á.; ZAMBOLIM, L.; HERNANDEZ, F. R.; MIRANDA, L. M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de ramularia do algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 361-363, 2008.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. v.1 p.521-535.

ANDRADE, G. C. G.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G.; MAFFIA, L. A.; GONÇALVES, R. C. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha foliar do eucalipto causada por *Quambalaria eucalypti*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 504-509, set./out. 2005.

ARNHOLD, E. Seleção para resistência a doenças foliares em famílias S1 de milho-pipoca. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, 89-93p. 2015.

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo, 114p., 1998.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. Piracicaba. Agronômica Ceres. 1996.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 532 p., 1990.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. **Corp Protection**, v. 29, p. 1015-1020, 2010.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; VAZ, G. R. O. Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea arabica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, v. 60, p. 1144-1150, 2011.

CUSTÓDIO, A. A. P.; POZZA, E. A.; GUIMARÃES, S. S. G.; KOSHIKUMO, É. M.; H OYOS, J. M. A.; SOUZA, P. E. Comparison and validation of diagrammatic scales for

brown eye spots in coffee tree leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1067-1076, nov./dez. 2011.

DAMASCENO, V. F. F.; FURTADO, E. L.; FERREIRA FILHO, P. J. Comparação de dois métodos de elaboração e validação de escala diagramática para a quantificação da severidade da mancha de *Cylindrocladium* em eucalipto. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 3, p. 248-255, 2014.

DEBONA, D.; NASCIMENTO, K. J. T.; REZENDE, D.; RIOS, J. A.; BERNARDELI, A. M. A.; SILVA, L. C.; RODRIGUES, F. A. A set of standard area diagrams to assess severity of frogeye leaf spot on soybean. **European Journal of Plant Pathology**, v. 142, n. 3, p. 603–614. DOI: 10.1007/s10658-015-0638-3.

DILLARD, H. R.; SEEM, R. C. Incidence-severity relationships for common maize rust on sweet corn. **Phytopatology**, v. 80, p. 842-846, 1990.

DOMICIANO, G. P.; DUARTE, H. S. S.; MOREIRA, E. N.; RODRIGUES, F. A. Development and a validation of a set of standard area diagrams to aid in estimation of spot blotch severity on wheat leaves. **Plant Pathology**, v. 63, n. 4, p. 1-7. 2013.

DOMÍNGUEZ, E. G.; MARTINS, R. B.; DEL PONTE, E. M.; MICHEREFF, S. J.; JIMÉNEZ, J. G.; ARMENGOL, J. Development and validation of a standard area diagram set to aid assessment of severity of loquat scab on fruit. **European Journal of Plant Pathology**, v. 139, n. 2, p. 419–428. Jun. 2014. doi: 10.1007/s10658-014-0400-2.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; CAPUCHO, A. S.; NOGUEIRA JUNIOR, A. F.; ROSADO, A. W. C.; CARDOSO, C. R.; PAUL, P. A.; MIZUBUTI, S. G. Development and validation of a set of standard area diagrams to estimate severity of potato early blight. **European Journal Plant Pathology**. v. 137, p. 249-257. 2013.

GODOY, C. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; IMAUTI, M. T.; DALLA PRIA, M.; LILIAN, A.; BERGER, R. D.; BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: Development and validation. **Journal of Plant Disease and Protection**, v. 104, p. 336-345. 1997.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, Jan./Feb. 2006. doi:10.1590/S0100-41582006000100011.

HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. Plant disease: an advanced treatise – how disease develops in populations. **New York Academic**, v.2, p. 119-136, 1978.

KLOSOWSKI, A. C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J. C.; MAY DE MIO, L. L. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 2, Mar./Abr, 2013. doi: 10.1590/S1982-56762013000200012.

KOWATA, L. S.; MAY DE MIO, L. L.; DALLA PRIA, M.; SANTOS, H. A. A. do. Escala diagramática para avaliar severidade de mildio na soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.105-110, 2008.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I. dos; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12., Dec. 2012.

LIBRELON, S. S. **Escala diagramática para a avaliação da severidade da mancha-angular em folhas primárias do feijoeiro**. 65 f, 2013. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013.

LIMA, H. E. de; NECHET, K. de L.; VIEIRA, B. de A. H.; OLIVEIRA, J. R. de; DUARTE, H. da S. S.; QUEIROZ, E. de S.; OLIVEIRA, F. de L. Elaboração e validação de escalas diagramáticas para avaliação da severidade de mancha bacteriana do feijão caupi em cultivares com trifólios morfológicamente distintos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.10, p. 1735-1743. out. 2013.

LOPES, U. P.; DUARTE, HENRIQUE; CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L. Quantificação de Doenças de Plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de; RODRIGUES, F. de Á. (Org.). **O Essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de Doenças de Plantas**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora Ltda., 2014, v. 1, p. 49-77.

MAFIA, R. G.; FERREIRA, M. A.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G. Procedimento estatístico para validação de escalas diagramáticas na quantificação de doenças. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n.2, p. 199-204, 2011.

MALAGI, G.; SANTOS, I. dos; CAMOCHENA, R. C.; MOCCELLIN, R. Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p.797-804, jul-set, 2011.

MARTINS, M. C.; GUERZONI, R. A.; CÂMARA, G. M. S.; MATTIAZZI, P., LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p.179-184, 2004.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; NORONHA, M. A. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação de severidade do carvão da folha do caupi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n.1, p. 51-56, 2006.

NUTTER JUNIOR, F. W.; ESKER, P. D. The role of psychophysics in phytopathology: The Weber-Fechner law revisited. **European Journal of Plant Pathology**, v. 114, p. 199-213, 2005.

NUTTER JÚNIOR, F. W.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 17, n. 2, p. 174-184, 1995.

PASCHOLATI, S. F.; MELO, T. A. de; DALIO, R. J. D. Indução de resistência contra patógenos: definição e perspectivas de uso. **Visão agrícola** nº13 jul | dez 2015. p. 110-112. Disponível em: <  
[http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Protecao\\_plantas-box1.pdf](http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Protecao_plantas-box1.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; FORCELINI, C. A. Relação entre a severidade e a incidência da ferrugem da folha do trigo, causada por *Puccinia recôndita* f. sp. *tritici*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 369-373, 1996.

RIOS, J. A.; DEBONA, D.; DUARTE, H. S. S.; RODRIGUES, F. A. Development and validation of a standard area diagram set to assess blast severity on wheat leaves. **European Journal Plant Pathology**, v. 136, p. 603-611, 2013.

SILVA, S. F da; GUIMARAES, A. M.; CANTERI, M. G. Determinação de modelo estatístico para meta-análise na validação da escala diagramática usando o ambiente R. **Congresso Sul Brasileiro de Computação**. v. 4, 2014.

SILVA-ACUNÃ, R.; MAFFIA, L. A.; ZAMBOLIM, L.; BERGER, R. D. Incidence-severity relationships in the pathosystem *Coffea arabica*- *Hemileia vastatrix*. **Plant Disease**, v. 83, p. 186-188, 1999.

SOUZA, H. S. **Sistema de treinamento em acuidade visual: SiTAV**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2014. 148 f.

SPIEGEL, L. M. R. **Estatística**. 3ª ed. Makron Books. São Paulo, 1993.

SPÓSITO, M. B.; AMORIM, L.; BELASQUE JUNIOR, J.; BASSANEZI, R. B.; AQUINO, R. de. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n.1, jan./feb, 2004. doi: 10.1590/S0100-41582004000100012.

TOMERLIN, J. R. Distrain: a computer program for training people to estimate disease severity on cereal leaves. **Plant Disease**, v. 72, n. 5, p. 455-459, may. 1988.

VALE, F. X. R, FERNANDES FILHO, E. I. F., LIBERATO, J. R. QUANT: A Software for Plant Disease Severity Assessment. **8th International Congress of Plant Pathology**, Christchurch New Zealand. p. 105. 2003.

VALE, F. X. R. do; JESUS JUNIOR, W. C. de; LIBERATO, J. R.; SOUZA, C. A. de. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p. 91–121.

VALERIANO, R.; POZZA, E. A.; SANTOS, L. A.; CHAVES, E.; BARBOSA JUNIOR, M. P.; FERREIRA, M. A. Escala diagramática e reação diferencial de clones para Oídio do Eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, mar. 2015.

VIEIRA, R. A.; MESQUINI, R. M.; SILVA, C. N.; HATA, F.T.; TESSMANN, D. J.; SCAPIM, C. A. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. **Crop Protection**, v. 56, p. 55-57, 2014.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. de F.; RODRIGUES, M. M.; COSTA, J. N. M.; SILVA, D. S. G. da; ALVES, R. de C.; FREIRE, T. C.; SANGI, S. C.; FONSECA, A. S. da. **Quantificação de dano foliar produzido por crisomelídeos em feijão caupi por meio de escala diagramática de severidade**. Comunicado técnico 398. Embrapa: Porto Velho, RO. 6 p., Out., 2013.

### CAPITULO 3

#### EFEITO DE DIFERENTES FUNGICIDAS *IN VITRO* SOBRE FUNGOS CAUSADORES DO COMPLEXO DE GRÃOS ARDIDOS NA CULTURA DO MILHO

##### RESUMO

Podridões da espiga envolvem o ataque direto dos fungos aos grãos que podem exibir sintomas de colonização, sendo denominados de grãos ardidos. A não ocorrência ou baixa incidência de grãos ardidos está diretamente relacionada com as estratégias adotadas para minimizar a infecção das podridões da espiga. Quando as práticas preventivas não são suficientes, as aplicações de fungicidas se fazem necessárias. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle de patógenos causadores de grãos ardidos na cultura do milho. A identificação dos patógenos presentes nas amostras de sementes de milho foi realizada pelo método do *Blotter Test*. O experimento consistiu na comparação de sete fungicidas (azoxistrobina + difenoconazol; fenpropimorfe; azoxistrobina + ciproconazol; epoxiconazol + piraclostrobina; metconazol + piraclostrobina; difenoconazol; propiconazol) e uma testemunha com 10 repetições em delineamento inteiramente aleatorizado. As placas com as colônias dos fungos foram incubadas a 20°C, e as avaliações consistiram na média do diâmetro de cada colônia realizadas a cada 48 horas por um período total de 6 dias. A diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Nas amostras de milho foram encontrados os fungos *Nigrospora* sp (8,25%), *Stenocarpella maydis* (53,7%), *Fusarium* spp. (88,0%) e *Penicillium* spp (39,5%). Com relação aos fungicidas concluiu-se que fenpropimorfe obteve o melhor resultado no controle de *Nigrospora* sp; azoxistrobina + difenoconazol e metconazol + piraclostrobina, proporcionaram os melhores controles do crescimento micelial sobre *S. maydis*. Para *Fusarium* spp, azoxistrobina + difenoconazol, fenpropimorfe; azoxistrobina + ciproconazol, epoxiconazol + piraclostrobina e difenoconazol foram os produtos que demonstraram melhor controle fungicida e quanto ao fungo *Penicillium* spp, o melhor fungicida foi fenpropimorfe.

**Palavras-chave:** controle químico, doenças da espiga, manejo integrado, *Zea mays*.

## CHAPTER 3

### THE EFFECT OF DIFFERENT FUNGICIDES IN VITRO ON FUNGI THAT CAUSE ROT GRAINS COMPLEX IN MAIZE CROP

#### ABSTRACT

Ear rotting involve the direct attack of fungi to grains that can display symptoms of colonization, being called rot grains/damaged grains. The non-occurrence or low incidence of damaged grains is directly related to the strategies adopted to minimize infection of the ear rotting. When preventive practices are not enough, fungicide applications are necessary. In this sense, the purpose of this study was to evaluate the effect of different fungicides to control pathogens that cause rot grains in maize crop. The experiment was installed and conducted in Plant Health Laboratory and consisted in comparing seven fungicides (azoxystrobin + difenoconazole; fenpropimorph; azoxystrobin + cyproconazole, epoxiconazole + pyraclostrobin, metconazole + pyraclostrobin; difenoconazole, propiconazole) and a control with 10 repetitions in a completely randomized design. The plates with fungi colonies were incubated at 20°C, and the assessments carried out every 48 hours for a total of 6 days. Assessments consisted in the mean diameter of each colony. The difference between the means were compared by Tukey test at 1% probability. The fungi identified in the samples of corn in this experiment were: *Nigrospora sp* (8.25%), *Stenocarpella maydis* (53.7%), *Fusarium spp.* (88.0%) and *Penicillium spp* (39.5%). Regarding the agrochemicals used in this study, it is *concluded that* during the whole experiment: fenpropimorph had the best result in control of *Nigrospora sp*; Azoxystrobin + difenoconazole and metconazole + pyraclostrobin, were the best controls of mycelial growth on *Stenocarpella maydis*; to *Fusarium spp*, azoxystrobin + difenoconazole, fenpropimorph; azoxystrobin + cyproconazole, epoxiconazole + pyraclostrobin and difenoconazole were the products that showed better fungicidal control and as the fungus *Penicillium spp*, the best fungicide was fenpropimorph.

**Keywords:** chemical control, corn ear diseases, integrated management, *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas safras o Brasil tem se destacado como terceiro maior exportador mundial de milho (*Zea mays* L.), porém a deficiência da estrutura de transporte até os portos tem prejudicado o país na participação do comércio internacional desse grão. O USDA, em seu 4º levantamento para a safra mundial de milho 2016/17, apresentou um aumento de 17,7 milhões de toneladas em relação sua última previsão, de julho, prevendo uma safra recorde de 1,03 bilhão de toneladas. Se confirmado o volume, este superaria em 7,2% o resultado do ano anterior. As exportações mundiais foram estimadas em 137,2 milhões de t, volume 3% maior que o 3º levantamento e 15% acima da safra anterior. Para o Brasil, o USDA manteve inalterada a expectativa das vendas externas do país, em 22 milhões de t, volume 25,7% maior que 2015/16 (FIESP, 2016).

Apesar das perspectivas favoráveis para o agronegócio envolvendo o milho no Brasil, existem fatores que podem limitar a produção do grão, dentre os quais os fitopatógenos são os mais importantes. Os danos causados pelas doenças são uma ameaça à sustentabilidade da cultura do milho. Em se tratando do sistema de plantio direto na palha, os restos culturais podem servir como uma importante fonte de inóculo para diversos fungos, pela sua habilidade de sobrevivência nesse nicho (MARCONDES, 2012).

Entre as doenças que ocorrem na cultura do milho, as podridões de espiga ganham o maior interesse e preocupação entre os agricultores, pois com os grãos afetados há diminuição na produção acarretando comprometimento na safra. As espigas atacadas por esses patógenos apresentam redução no rendimento e na qualidade dos grãos e no momento da comercialização é descontado um percentual do valor pago, em decorrência da incidência de grãos ardidos (CASA et al., 2007).

Zocche e Mendes (2010) citam que os fungos mais detectados e associados ao chamado “complexo grão ardido” são *Fusarium verticillioides*, *Stenocarpella maydis* e *Stenocarpella macrospora*, os quais atuam de forma deletéria na qualidade dos grãos e segundo diversos consultores de mercado, os valores máximos aceitáveis de grãos ardidos são de 2%, para a exportação e de 6% para o mercado interno, pois a ocorrência desses patógenos provoca redução na produtividade e na qualidade fitossanitária dos grãos, pois a infecção por esses fungos resulta na

paralisação do processo normal de enchimento de grãos e consequente redução no peso de espigas.

Quando as práticas preventivas não foram eficientes ou suficientes, como forma de controle para essas doenças, as aplicações de fungicidas em tratamentos de sementes vêm sendo utilizadas como recurso preventivo. Tem crescido o número de aplicações realizadas no início do ciclo, mas quando se trata de doenças de espiga torna-se dificultada a aplicação foliar de produtos, devido a arquitetura da planta bem como ao maquinário agrícola disponível (VILELA et al., 2012).

O conhecimento das propriedades dos fungicidas, dos fitopatógenos e a cultura formam um triângulo de alta importância para o controle da doença, pois cada fungicida possui especificidade por cada espécie de fitopatógeno, e cada local de aplicação do produto pode exigir um diferente tipo de produto, dependendo da parte da planta a ser aplicada e até mesmo armazenamento (ZAMBOLIM; JESUS, 2008).

Os fungicidas registrados para a cultura proporcionam maior sanidade das plantas reduzindo assim as condições favoráveis para a colonização dos patógenos causadores de grãos ardidos, que sejam durante a fertilização com o grão de pólen, sistema vascular, e também por aberturas provocadas por insetos pragas (DUARTE et al., 2009). Apesar da grande polêmica sobre os agrotóxicos, sabe-se que seu uso ainda é necessário, sendo, em alguns casos, até mesmo indispensáveis (OLIVEIRA; MACHADO; OLIVEIRA FILHO, 1999).

Os fungicidas pertencentes ao grupo das estrobilurinas possuem ampla ação fúngica, originada de um único mecanismo de ação, atuando na inibição da respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons do complexo III, interferindo na formação de ATP. A ação desse grupo interfere na energia vital para o crescimento de fungos. Na maioria das vezes as estrobilurinas são utilizadas em misturas com fungicidas do grupo dos triazóis, o que reduz ou minimiza o risco de resistência em patógenos (VENANCIO et al., 1999; SMITH, 2002; GUTIERREZ-CIRLOS; TRUMPOWER, 2002; SOUZA; DUTRA, 2003; OLIVEIRA, 2005).

Os inibidores da síntese de esteróis, podem agir contra a germinação de esporos, a formação do tubo germinativo e no apressório, e mesmo que haja a penetração do fungo nos tecidos tratados, o produto atuará no haustório e/ou o

crescimento micelial no interior dos tecidos (JULIATTI et al., 2011; RODRIGUES, 2009).

Como existe uma vasta quantidade de produtos no mercado, mas poucos com registro específico para o uso na cultura do milho há a necessidade de conhecer produtos que podem possuir efeito sobre aos patógenos causadores de podridões de espiga, enfatizando os fungos causadores de grão ardido (*Stenocarpella* spp, *Penicillium* spp, *Fusarium* spp e *Nigrospora oryzae*) (STEFANELLO et al., 2012).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle de patógenos causadores de doenças denominadas de grão ardido na cultura do milho.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Identificar através das amostras de trabalho quais são os patógenos encontrados nas sementes de milho na safra 2012 em Ponta Grossa-PR.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no Laboratório de Fitossanidade da Fazenda Escola do Centro Superior de Ensino dos Campos Gerais, localizada a 25° 10' 39" na latitude sul e 50° 06' 52" na longitude oeste, altura 827 m, no período de 02 de março a 05 de abril de 2012. Para tal foram utilizados grãos provenientes da Cooperativa Castrolanda, que apresentavam sintomas visuais de grãos ardidos.

Os grãos obtidos para o estudo foram selecionados de maneira aleatória de 10 amostras, e posteriormente passaram por um processo de assepsia, onde foram mergulhadas em um becker com álcool 70% durante um período de 30 segundos e em seguida mergulhadas em becker com hipoclorito de sódio a 1% por mais um minuto, para que então fossem transferidas para caixas plásticas (tipo "gerbox").

O teste de sanidade foi conduzido por meio do método do *Blotter Test*, com 40 sementes divididas em quatro subamostras de 10 para cada repetição colocadas em caixas plásticas (tipo "gerbox"), sobre quatro folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e autoclavada. A incubação foi realizada em BOD com temperatura constante de 20°C, em regime de 12 horas de claro/12 horas de escuro durante sete dias. Após esse período de incubação a avaliação foi realizada em cada semente individualmente, sob microscópio estereoscópico (40x), sendo a identificação dos fungos feita através de características morfológicas de seu crescimento sobre as sementes e, também pelo microscópio óptico, através de lâminas feitas do material contido nas sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infectadas (BRASIL, 2009).

A partir do aparecimento dos fungos, esses foram coletados e transferidos na com uma alça de platina esterilizada para placas de Petri com meio de cultura BDA (20% batata, 2% dextrose, 1,5% ágar), para obtenção de cultura pura. Os isolados obtidos foram utilizados para a realização do experimento.

Para o preparo das soluções fungicidas, foi realizada diluição para obter a concentração desejada em água destilada e estéril, de onde foi coletado 1 ppm da solução e distribuídos em placa de Petri juntamente com o BDA ainda fundente.

A partir dos meios contendo BDA, adicionados os fungicidas, foi realizada nova repicagem de disco de micélio com diâmetro de aproximadamente 0,5 cm das

margens das colônias dos fungos com 7 dias, previamente isolados, e dispostos no centro da superfície do meio de cultura com os respectivos tratamentos.

Foram testados sete fungicidas e uma testemunha (Tabela 1), com 10 repetições, onde cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri de 8,5 cm de diâmetro. O delineamento utilizado para esse trabalho foi delineamento inteiramente ao acaso.

Tabela 1. Fungicidas utilizados como tratamentos para verificação do controle químico de fungos relacionados com o grão ardido do milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, 2012.

| Nome comercial           | Princípio ativo/grupo químico                               | Dose em (L ha <sup>-1</sup> ) | Indicação para cultura do milho         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| AMISTAR TOP <sup>®</sup> | azoxistrobina (estrobilurina)<br>+ difenoconazol (triazol)  | 0,3                           | Não                                     |
| CORBEL <sup>®</sup>      | fenpropimorfe (morfolina)                                   | 0,2                           | Não                                     |
| PRIORI XTRA <sup>®</sup> | azoxistrobina (estrobilurina)<br>+ ciproconazol (triazol)   | 0,2                           | Mancha de foliar<br>Cercospora          |
| OPERA <sup>®</sup>       | epoxiconazol (triazol) +<br>piraclostrobina (estrobilurina) | 0,5                           | Ferrugem<br>Mancha foliar<br>Cercospora |
| OPERA ULTRA <sup>®</sup> | metconazol (triazol) +<br>piraclostrobina (estrobilurina)   | 0,5                           | Ferrugem<br>Mancha branca               |
| SCORE <sup>®</sup>       | difenoconazol (triazol)                                     | 0,3                           | Não                                     |
| TILT <sup>®</sup>        | propiconazol (triazol)                                      | 0,4                           | Ferrugem<br>Mancha foliar               |

Fonte: Agrofite (2016).

As placas foram mantidas em BOD ajustada para uma temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, sendo a avaliação do crescimento micelial realizada a cada 48 horas, durante seis dias, tendo sido mensurado o diâmetro da colônia em sentidos perpendicularmente opostos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e a diferença entre as médias, quando significativa foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade, pela utilização do software Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das amostras de milho recebidas para este estudo, foram identificados através do método *Blotter Test* os fungos: *Nigrospora sp* (8,25%), *Stenocarpella maydis* (53,7%), *Fusarium spp.* (88,0%) e *Penicillium spp* (39,5%), todos com habilidade para geração de micotoxinas, segundo Pinto (2001, 2004) e Stefanello et al. (2012).

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por alguns fungos em condições ambientais específicas ou de armazenamento não adequados (OTTONI, 2008; REIS; CASA; BRESOLIN, 2004). Os patógenos produtores das principais micotoxinas do milho tanto no Brasil como em outros países pertencem aos gêneros *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.* (FREIRE et al., 2007; ALMEIDA et al., 2000), dentre os quais espécies de *Fusarium* foram detectadas no presente trabalho.

### 4.1 *Nigrospora sp*

Aos dois dias de avaliação pós-transferência (2 DAT), foi possível verificar que todas as placas apresentaram crescimento do fungo, independente da presença ou ausência de fungicida (Tabela 2). Os tratamentos com fungicida apresentaram crescimento maior que a testemunha, exceto propiconazol que foi estatisticamente igual à testemunha e fenpropimorfe (morfolina) que foi inferior estatisticamente e que apresentou a maior inibição de crescimento micelial. Não houve diferença entre os triazóis usados isoladamente (tratamentos 7 e 8), nem entre os tratamentos com azoxistrobina (Tabela 2).

Aos 4 DAT, se observou que fenpropimorfe manteve melhor desempenho fungicida na redução do crescimento micelial do patógeno comparado com os demais tratamentos fungicidas e a testemunha. Também foram eficientes comparados ao tratamento testemunha, os fungicidas epoxiconazol + piraclostrobina e propiconazol. Difenconazol foi estatisticamente igual à testemunha, e os demais fungicidas apresentaram maior diâmetro micelial do fungo comparados à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Diâmetro médio da colônia (cm) de *Nigrospora* sp, em diferentes fungicidas *in vitro*. Ponta Grossa-PR, 2012.

| Tratamentos                      | Diâmetro médio (cm) |        |        |
|----------------------------------|---------------------|--------|--------|
|                                  | 2 DAT               | 4 DAT  | 6 DAT  |
| 1 Testemunha                     | 0,94d*              | 2,24 c | 8,50a  |
| 2 azoxistrobina + difenoconazol  | 2,39a               | 3,23 b | 3,81 b |
| 3 fenpropimorfe                  | 0,68e               | 0,90 e | 0,90d  |
| 4 azoxistrobina + ciproconazol   | 2,34a               | 4,15 a | 8,50a  |
| 5 epoxiconazol + piraclostrobina | 1,19c               | 1,43 d | 1,49d  |
| 6 metconazol + piraclostrobina   | 1,82b               | 2,93 b | 3,32b  |
| 7 difenoconazol                  | 1,24c               | 2,06 c | 3,98b  |
| 8 propiconazol                   | 1,06cd              | 1,71 d | 2,24c  |
| C.V. (%)                         | 6,86                | 6,18   | 7,57   |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade; DAT= dias após o transferencia; C.V. = coeficiente de variação.

Na avaliação de 6 DAT, verificou-se fechamento total das placas no tratamento testemunha, da mesma forma que o tratamento com o fungicida azoxistrobina + ciproconazol, não demonstrando efeito fungicida sobre este patógeno na dose testada. Nesta data o tratamento com fenpropimorfe e epoxiconazol + piraclostrobina estabilizaram o crescimento comparados com a data anterior, e foram aos 6 DAT, estatisticamente iguais entre si. Os demais fungicidas continuaram apresentando crescimento micelial. Dentre os produtos com mistura de triazol e estrobilurina, o melhor foi epoxiconazol + piraclostrobina e entre os triazóis usados isoladamente, o mais eficiente foi propiconazol para este fungo (Tabela 2).

*Nigrospora* sp não tem sido um problema relatado apenas em grãos ardidos de milho. Este fungo também tem causado prejuízos quando associado a sementes de ipê amarelo, ipê roxo (BOTELHO; MORAES; MENTEN, 2008); oliveira (SANTOS, 2009), jabuticaba e brachiaria (MAMEDES, 2010).

Apesar de se apresentar como um dos melhores fungicidas para neste experimento, fenpropimorfe não está registrado para ser usado na cultura do milho. Os tratamentos a base de piraclostrobina têm seu efeito explicado por seu mecanismo de ação, atuando como inibidor do transporte de elétrons nas mitocôndrias das células, inibindo então a formação da ATP essencial para processos metabólicos (SOUZA; DUTRA, 2003).

#### 4.2 *Stenocarpella maydis*

Foi possível observar que aos 2 DAT (Tabela 3) menor crescimento micelial que a testemunha foi observado nos tratamentos com azoxistrobina + difenoconazol e metconazol + piraclostrobina. Difenoconazol e propiconazol apresentaram crescimento mais acelerado que a testemunha, e os demais tratamentos fungicidas se igualaram estatisticamente à testemunha. Não se verificou diferença estatística entre os tratamentos com triazol usado isoladamente, ao contrário dos tratamentos com misturas, todos diferentes entre si. Aos 4 DAT, o que se observou foi que o menor crescimento micelial foi com o fungicida azoxistrobina + difenoconazol, sendo o melhor tratamento para esta avaliação. Este foi seguido pelos tratamentos com metconazol + piraclostrobina e propiconazol. fenpropimorfe se igualou estatisticamente ao tratamento testemunha, e os tratamentos com epoxiconazol + piraclostrobina e difenoconazol apresentaram crescimento mais acentuado que a testemunha. Nesta data, entre os triazóis houve diferença e propiconazol foi mais eficiente que difenoconazol. Entre as misturas, todas diferiram entre si.

Já aos 6 DAT verificou-se que o tratamento testemunha foi o único que apresentou fechamento total da placa, sendo os demais tratamentos com fungicidas eficientes da redução do crescimento micelial (Tabela 3). Os tratamentos mais eficientes foram azoxistrobina + difenoconazol, metconazol + piraclostrobina e propiconazol, todos estatisticamente iguais entre si. Nesta avaliação, os triazóis voltaram a se igualar estatisticamente, da mesma forma que se igualaram as misturas com piraclostrobina na mistura. Quanto aos tratamentos com azoxistrobina, foi a mistura com difenoconazol o melhor tratamento fungicida.

Mesmo a mistura de azoxistrobina + difenoconazol não sendo recomendado para milho, foi um dos melhores tratamentos para o controle do crescimento micelial de *S. maydis* (Tabela 3). O fungo *S. maydis* produz a toxina denominada de diplodiatoxina, que é tóxica para animais (PINTO, 2007). Em bovinos, a diplodiose causada por *S. maydis*, provoca perda de coordenação, em ovelhas provoca abortos e em aves reduz a postura de ovos e o crescimento (GOLOB, 2007).

Rodrigues (2006) cita que propiconazol, pertencente ao grupo dos triazóis, possui um amplo espectro de ação, inibindo a síntese de ergosterol dos fungos. Reis; Reis e Forcelini (2007) relatam que o principal lipídio da membrana

plasmática dos fungos é o ergosterol, e este fungicida age na formação e na seletividade desta membrana plasmática.

Tabela 3. Diâmetro médio da colônia (cm) de *Stenocarpella maydis*, sobre os tratamentos fungicidas utilizados *in vitro* Ponta Grossa-PR, 2012.

| Tratamentos                      | Diâmetro médio (cm) |        |          |
|----------------------------------|---------------------|--------|----------|
|                                  | 2 DAT               | 4 DAT  | 6 DAT    |
| 1 Testemunha                     | 1,11 cd*            | 2,41 b | 8,50 a   |
| 2 azoxistrobina + difenoconazol  | 0,52 f              | 0,56 e | 0,56 d   |
| 3 fenpropimorfe                  | 1,44 ab             | 2,56 b | 3,42 bc  |
| 4 azoxistrobina + ciproconazol   | 1,00 d              | 2,00 c | 4,19 b   |
| 5 epoxiconazol + piraclostrobina | 1,30 bc             | 2,97 a | 3,24 bc  |
| 6 metconazol + piraclostrobina   | 0,76 e              | 1,44 d | 2,11 bcd |
| 7 difenoconazol                  | 1,56 a              | 3,14 a | 3,14 bc  |
| 8 propiconazol                   | 1,37 ab             | 1,41 d | 1,41 cd  |
| C.V. (%)                         | 6,12                | 6,26   | 24,23    |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 1 %.

Os resultados obtidos com fungicidas do grupo das estrobilurinas podem ser explicados devido o seu mecanismo de ação interferir diretamente na formação de ATP. Segundo Souza e Dutra (2003), fungicidas desse grupo apresentam atividade letal sobre *S. maydis* (Ascomycetes), assim como para *Basidiomycetes*, para os fungos Mitospóricos e os Oomycotas.

São escassas informações seguras sobre resistência genética de híbridos de milho a mancha de macrospora. Ênfase tem sido dada ao controle de doenças foliares do milho pela aplicação de fungicidas (PINTO, 2004), incluindo o patossistema milho e mancha de macrospora (DUARTE; JULIATTI; FREITAS, 2009; WORDELL FILHO; CASA, 2010; BAMPI et al., 2013).

### 4.3 *Fusarium* spp.

Quanto ao diâmetro médio micelial de *Fusarium* spp, aos 2 DAT (Tabela 4), verificou-se que fenpropimorfe foi o único tratamento que apresentou crescimento micelial inferior ao tratamento testemunha, no entanto não diferiu estatisticamente de azoxistrobina + difenoconazol, azoxistrobina + ciproconazol, epoxiconazol + piraclostrobina e difenoconazol. Esses dados corroboram com experimento realizado por Juliatti et al.(2007) onde o fungicida que resultou numa redução de 33% na

infecção no milho, foi o azoxystrobina + ciproconazole, não diferenciando estatisticamente do azoxystrobina, piraclostrobina + epoxiconazole.

Já aos 4 DAT, todos os tratamentos fungicidas se igualaram estatisticamente e apresentaram efeito sobre o crescimento micelial de *Fusarium* spp. quando comparados com a testemunha. Aos 6 DAT, apesar de todos os tratamentos fungicidas diferirem da testemunha, houve diferença na performance entre eles. Os tratamentos com azoxistrobina + difenoconazol, fenpropimorfe e difenoconazol foram mais eficientes que os tratamentos com difenoconazol, e não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos fungicidas (Tabela 4).

Tabela 4. Diâmetro médio da colônia (cm) de *Fusarium* spp, sobre os tratamentos fungicidas utilizados *in vitro*. Ponta Grossa-PR. 2012.

| Tratamentos                      | Diâmetro médio (cm) |       |         |
|----------------------------------|---------------------|-------|---------|
|                                  | 2 DAT               | 4 DAT | 6 DAT   |
| 1 Testemunha                     | 1,11abc*            | 3,05a | 8,50 a  |
| 2 azoxistrobina + difenoconazol  | 1,00bcd             | 1,37b | 1,67 c  |
| 3 fenpropimorfe                  | 0,90d               | 1,50b | 1,76 c  |
| 4 azoxistrobina + ciproconazol   | 0,97cd              | 2,19b | 2,62 bc |
| 5 epoxiconazol + piraclostrobina | 1,02bcd             | 1,94b | 1,99 bc |
| 6 metconazol + piraclostrobina   | 1,25a               | 2,00b | 2,92 b  |
| 7 difenoconazol                  | 1,03bcd             | 1,71b | 1,81 c  |
| 8 propiconazol                   | 1,16ab              | 1,66b | 2,38 bc |
| C.V. (%)                         | 5,63                | 15,19 | 11,29   |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade; DAT= dias após o tratamento; C.V. = coeficiente de variação.

Quanto aos tratamentos com triazol usado isoladamente (Tabela 4), eles apresentaram-se iguais estatisticamente independente da data avaliada, da mesma forma que as misturas com azoxistrobina e com piraclostrobina também não diferiram entre si nas avaliações de 4 e 6 DAT.

Os fungicidas triazóis, não inibem a germinação de esporos, pois utilizam nessa fase os esteróis armazenados e, podem assim germinar na ausência de sua biossíntese. Podem promover o controle de patógenos fúngicos em fases mais avançadas do seu ciclo, como a colonização (crescimento micelial) e a pré-esporulação (GHINI; KIMATI, 2000; FRAC, 2009).

Em experimento realizado por Lanza et al. (2016) com aplicações de fungicidas para redução de grãos ardidos, relatam ausência de efeito da aplicação de fungicidas na redução da incidência de grãos ardidos nos três experimentos realizados, apesar das distintas condições meteorológicas e dos diferentes híbridos e fungicidas utilizados. Já que em todos os experimentos, foram detectados quatro

gêneros de fungos associados aos grãos: *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Stenocarpella* sp. e *Aspergillus* sp. Ao contrário dos resultados de Juliatti et al. (2007) e Duarte et al. (2009) que constataram eficiência na redução da incidência de grãos ardidos, quando aplicado o fungicida azoxistrobina + ciproconazol. Esses resultados são indicativos de que ainda há inconsistências quanto à eficiência da utilização de fungicidas na redução de grãos ardidos em milho.

No Brasil a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) estabeleceu em fevereiro de 2011 limites máximos tolerados para fumonisinas (B1 e B2), de 2 ppm para milho pipoca e 0,2 ppm para alimentos a base de milho na alimentação infantil. Para janeiro de 2012 o tolerado na alimentação foi de 2 a 2,5 ppm, em 2014 o tolerado para milho em grão com posterior processamento foi de até 5 ppm e em 2016 o tolerado na alimentação foi previsto de 1 a 1,5 ppm (BRASIL, 2011).

#### **4.4 *Penicillium* spp**

Quanto ao diâmetro médio micelial de *Penicillium* aos 2 DAT (Tabela 5), verificou-se que o único tratamento que diferiu estatisticamente da testemunha, reduzindo o crescimento micelial do fungo foi fenpropimorfe. Aos 4 DAT azoxistrobina + ciproconazol apresentou crescimento micelial superior ao tratamento testemunha e os demais tratamentos com fungicidas apresentaram crescimento micelial menor. O tratamento mais eficiente nesta data foi fenpropimorfe. Este resultado foi mantido na avaliação aos 6 DAT, onde o micélio da testemunha atingiu os bordos da placa.

Os tratamentos com triazol usado isoladamente apresentaram-se iguais estatisticamente independente da data avaliação (Tabela 5). Com relação aos fungicidas com as misturas com azoxistrobina que aos 2 DAT foram iguais, aos 4 DAT, a mistura com difenoconazol foi a mais eficiente. Sobre as misturas com piraclostrobina, foi o tratamento com epoxiconazol mais eficiente ao longo dos dias comparados com a mistura com metconazol.

Lima et al. (2012) relatam em trabalho semelhante, ter verificado respostas positivas quando aplicados estrobilurina + triazol no controle dos fungos *S. macrospora*, *Fusarium moliniforme* e *Penicillium digitatum*. Ainda não muito bem estudado, o controle químico destes fungos no campo utilizando-se fungicidas

aplicados via foliar pode ser um novo e eficaz método de controle dos fungos causadores de grãos ardidos, reduzindo a pressão de doença sobre as espigas e, conseqüentemente, a quantidade de grãos ardidos produzidos.

Tabela 5. Diâmetro médio da colônia (cm) de *Penicillium* spp, sobre os tratamentos fungicidas utilizados *in vitro*. Ponta Grossa-PR. 2012.

| Tratamentos                      | Diâmetro médio (cm) |        |        |
|----------------------------------|---------------------|--------|--------|
|                                  | 2 DAT               | 4 DAT  | 6 DAT  |
| 1 Testemunha                     | 1,11abc*            | 3,05b  | 9,29 a |
| 2 azoxistrobina + difenoconazol  | 1,13abc             | 1,60d  | 2,19 d |
| 3 fenpropimorfe                  | 0,50d               | 0,50e  | 0,50 e |
| 4 azoxistrobina + ciproconazol   | 1,28ab              | 4,44a  | 7,93 b |
| 5 epoxiconazol + piraclostrobina | 1,03c               | 1,63cd | 1,63 d |
| 6 metconazol + piraclostrobina   | 1,32a               | 2,57bc | 3,71 c |
| 7 difenoconazol                  | 1,20abc             | 1,90cd | 2,62 d |
| 8 propiconazol                   | 1,07bc              | 1,50d  | 1,93 d |
| C.V. (%)                         | 7,70                | 15,46  | 9,73   |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; DAT= dias após o tratamento; C.V. = coeficiente de variação.

Há alguns anos foi relatada a eficácia da utilização de fungicidas no controle de grãos ardidos. Segundo Juliatti et al. (2007), a aplicação, por via foliar, de fungicidas triazóis e estrobirulinas (piraclostrobina + epoxiconazole, azoxystrobina + ciproconazole e azoxystrobina), resultou em menor incidência de grãos ardidos no milho. O uso de azoxystrobina + cyproconazole, em aplicação foliar no pré-pendoamento, possibilitou reduzir a incidência de grãos ardidos em 5,12%, além de aumentar a produtividade em 12%, de diferentes híbridos cultivados sob alta severidade de doenças, com e sem aplicação de fungicidas (BRITO et al., 2012; BRITO et al., 2013).

Duarte et al. (2009) encontraram essa resposta quando utilizaram o controle químico via foliar na cultura do milho, além de encontrarem genótipos com reações diferentes para incidência de grãos ardidos, independente da aplicação de fungicidas. Uma das maneiras mais eficientes de reduzir os danos causados pela associação de fungos com as sementes é o tratamento químico das mesmas, onde vários fungicidas têm sido comparados para verificar seu efeito no controle dos fungos presentes nas sementes e no desempenho destes em laboratório e campo (MORAES et al., 2003).

O controle das podridões de grãos envolve ações integradas, dentre elas destacam-se o manejo dos restos culturais, a rotação de culturas e a utilização de

cultivares resistentes. Porém, cada vez mais tem se tornado uma prática comum, a utilização por parte de alguns agricultores, de híbridos com resistência variada aos fungos causadores de podridão de grãos, fazendo com que a importância dessas doenças aumente a cada safra (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2006).

As estratégias de controle são realmente eficazes a partir do momento em que as pessoas envolvidas no cultivo do milho possuam conhecimento sobre sintomatologia, concluem Casa et al. (2010), para melhor assim definir e adotar medidas de controle.

## 5 CONCLUSÃO

Foram identificados nas amostras de milho os fungos: *Nigrospora* sp (8,25%), *Stenocarpella maydis* (53,7%), *Fusarium* spp (88,0%) e *Penicillium* spp (39,5%).

Com relação aos fungicidas conclui-se que fenpropimorfe proporcionou o melhor resultado no controle de *Nigrospora* sp. A mistura de azoxistrobina + difenoconazol e metconazol + piraclostrobina, foram os melhores no controle do crescimento micelial sobre *Stenocarpella maydis*. Para *Fusarium* spp, azoxistrobina + difenoconazol, fenpropimorfe; azoxistrobina + ciproconazol, epoxiconazol + piraclostrobina e difenoconazol foram os produtos que demonstraram melhor controle fungicida e para *Penicillium* spp, o melhor fungicida foi fenpropimorfe.

Entendendo que nenhum dos patógenos presentes sobre as amostras de trabalho de milho utilizados neste trabalho é de ocorrência exclusiva na fase do espigamento da cultura, ressalta-se a necessidade do uso do manejo integrado de doenças do milho, visto que a monocultura e o plantio direto na palha favorecem a sobrevivência, a manutenção e a multiplicação do inóculo destes fungos e com isso potencializa doenças desde a emergência dos híbridos, podendo acompanhar a planta durante todo o seu ciclo de vida.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. P.; CORRÊA, B.; MALLOZZI, M. A. B.; SAWAZAKI, E.; VALENTE SOARES, L. M. Mycoflora and aflatoxin/fumonisin production by fungal isolates from freshly harvested corn hybrids. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 321-326, 2000.
- BAMPI, D.; CASA, R. T.; WORDELL FILHO, J. A.; BLUM, M. M. C.; CAMARGO, M. P. de. Sensibilidade de *Stenocarpella macrospora* a fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 787-795, Jul/Ago. 2013.
- BOTELHO, L. S.; MORAES, M. H. D., MENTEN, J. O. M. Fungi associated to the seeds of ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) and ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidence, germination effect and seedlings transmission. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 343-348, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.
- BRASIL. Resolução nº7 de 18 de fevereiro de 2011, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas**. Diário Oficial da União, Brasília, n. 37, p. 72-73, 2011.
- BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. de A. R.; VON PINHO, R. G.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2012.
- BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. DE A. R.; BALESTRE, M. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, Viçosa v. 60, n. 5, , Set./Out. 2013.
- CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.
- CASA, R. T; REIS. E. M; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 5, p. 427-439, set./out. 2006.
- CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V.; SASM Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, p. 18-24, 2001.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2015/16** – Décimo Primeiro levantamento – Brasília, v. 3, n. 11, ago. 2016.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; FREITAS, P. T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 101-111, 2009.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; LUCAS, B. V.; FREITAS, P. T. de. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicida quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 112-122, 2009.

FIESP. **Safrá Mundial de Milho 2016/17** – 4º Levantamento do USDA. 2016. Disponível em: < [http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safrá-mundial-de-milho-2/attachment/boletim\\_milho\\_agosto2016/](http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safrá-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_agosto2016/)>. Acesso em: 4 set. 2016.

FRAC. Code List: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering). Disponível em: <[http://www.frac.info/frac/publication/anhang/FRAC\\_Code\\_List\\_2009\\_web.pdf](http://www.frac.info/frac/publication/anhang/FRAC_Code_List_2009_web.pdf)> Acesso em: 01 fev. 2016.

FREIRE, F. das C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal. Documentos 110, **Embrapa Agroindústria Tropical** (CNPAT), Fortaleza, v. 48, out. 2007.

GOLOB, P. Training Manual: **On-farm Mycotoxin Control in Food and Feed Grain**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 27 p., 2007.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2000. 78 p.

GUTIERREZ-CIRLOS, E. B.; MERBITZ-ZAHRADNIK, T.; TRUMPOWER, B. L. Failure to insert the iron-sulfur cluster into the Rieske iron-sulfur protein impairs both center N and center P of the cytochrome bc<sub>1</sub> complex. **Journal Biological Chemistry**, Rockville, v. 277, p. 50703-50709, 2002.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

JULIATTI, F. C.; REY, M. DOS S.; MARTINS, J.A.S.; SAGATA, E.; REZENDE, A.A.; JULIATTI, F.C.; CRATO, F. F.; SOUSA, S. C. R.; SANTOS, R. R. dos. Desenvolvimento e uso de fungicidas para o controle de doenças de plantas na primeira década do século XXI. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 19, p. ??? 2011.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; QUEIROZ, V. A. V.; PARREIRA, D. F.; MENDES, S. M.; SOUZA, A. G. C.; COTA, L. V. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumonisinas totais

em milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 638-646, mai. 2016. doi: 10.1590/S0100-204X2016000500026.

LIMA, L. G. N. V. de; MENDES, M. C.; POSSATTO JUNIOR, O.; GABRIEL, A.; OLIVEIRA, B. R. DE; RIZZARDI, D. A.; FARIA, M. V.; NOGARA NETO, F. Eficiência de Benzimidazol, Triazol e Estrubilurina no Controle de Doenças Foliares na Cultura do Milho. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**. Águas de Lindóia, 2012.

MARCONDES, M. M. **Incidência de podridão de colmo e grãos ardidos em híbridos de milho sob diferentes densidades de plantas e épocas de colheitas**. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em agronomia). Guarapuava, 2012.

MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M.; GRAVENA, J. C.; ALVES, C. A. Controle químico de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho: metodologia de avaliação e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 28 n. 6, p. ?????, nov./dez. 2003.

OLIVEIRA, W. F.; MACHADO, L. P.; OLIVEIRA FILHO, A. C.; Efeito de diferentes concentrações de benomyl e pcnb sobre o crescimento radial de *Fusarium solani* e *Pythium* sp., in vitro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29 n. 1, p. 61-63, 1999.

OLIVEIRA, R. F. de. Efeito fisiológico do F500 na planta de soja e milho. **Atualidades Agrícolas BASF**, São Paulo, p. 9-11, 2005.

OTTONI, J. R. **Análise da incidência de *Fusarium* spp. toxigênico e de níveis de fumonisinas em grãos ardidos de milho híbrido**. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP, 2008.

PINTO, N. F. J. A. **Qualidade sanitária de grãos de milho**. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 30). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 4p. 2001.

PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2004.

PINTO, N. F. J. de A. Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho. **Comunicado Técnico** 144, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 4p., dez. 2007.

REIS, E. M.; REIS A. C.; FORCELINI, C. A. **Manual de fungicidas: guia para o controle químico de doenças e plantas**. 5. ed. Passo Fundo: Editora UPF. 2007.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. Lages: Graphel, 44p., 2004.

RODRIGUES, M. A. T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja**. 2009. 197 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SOUZA, P. E; DUTRA, M. R. **Fungicidas no controle e manejo de doenças em plantas**. Lavras: UFLA, 174 p. 2003.

SMITH, P. **Agro projects: disease projects**. Surrey: PJB, 2002.

STEFANELLO, J.; BACHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; HIRATA, L. M.; PONTIM, B. C. A. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 476-481, out./dez. 2012.

TRENTA, S. M.; IRGANG, H. H.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.27, n.6, nov./dez. 2002. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582002000600009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582002000600009)>. Acesso em: 11 jul. 2015.

WORDELL FILHO, J. A.; CASA, R. T. Doenças na cultura do milho. In: WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, p. 207-273. 2010.

VENANCIO, W. S; ZAGONEL, J; FURTADO, E. L; SOUZA, N. L. de. **Novos fungicidas I. Produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirrolos**. Departamento de Fitotecnia e fitossanidade UEPG. v. 7, p. 103-155. 1999.

VILELA, R. G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F. H.; GITTI, D. de C.; FERREIRA, J. P. Desempenho agrônomo de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 25-33, jan./fev. 2012.

ZAMBOLIM, L; JESUS, J. R. O essencial dos fungicidas empregados no controle de doenças – parte básica. In: ZAMBOLIM, L; PICANÇO, M. C; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R; FERREIRA, F. A; JOSÉ JR, W. C. de. **Produtos Fitossanitários**. 76p. 2008.

ZOCHE, J. C; MENDES, M. C. Características agrônomo de híbridos de milho inoculados a campo com os fungos causadores do complexo grão ardido. **Anais do XIX EAIC –UNICENTRO**, Guarapuava –PR. 2010.

## CAPITULO 4

IMPACTO DAS DOENÇAS FOLIARES NO RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES  
EM HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO

## RESUMO

As doenças na cultura do milho têm alcançado níveis cada ano maiores acelerando a quebra da resistência genética de muitos híbridos. Com o objetivo de relacionar a ocorrência das principais doenças foliares na cultura do milho e a sua interferência sobre os componentes de produção, foi instalado um experimento com 21 híbridos na Fazenda Escola Capão da Onça, da Universidade Estadual de Ponta Grossa/PR, em delineamento experimental de blocos aleatorizados com 3 repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 2 linhas de 16,0 m de comprimento. A inoculação de *Colletotrichum graminicola* nas plantas de milho foi realizada via pulverizador pressionado a CO<sub>2</sub> em duas épocas: 79 dias após a emergência e a segunda inoculação ocorreu 15 dias após a primeira. Ocorreram semanalmente avaliações de incidência e severidade de cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*), de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e de mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*). Com os dados de severidade das doenças foi calculada a área abaixo da curva de progresso das doenças. Na ocasião da colheita foram determinados o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira, o comprimento das espigas, o diâmetro das espigas, o diâmetro do sabugo, produtividade, a massa de 1000 grãos e avaliação de grãos ardidos. As médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. As doenças que ocorreram durante este experimento a foram cercosporiose, mancha branca e macha de turcicum. *Exserohilum turcicum* foi o patógeno que mais comprometeu a área foliar por sua agressividade demonstrada pela AACPF entre 21 híbridos avaliados. A cercosporiose foi a doença com menor severidade sobre os diferentes híbridos avaliados, e ocorreu apenas no final do ciclo da cultura. Os híbridos mais suscetíveis foram: P3161H para cercosporiose, AG8061 para mancha branca e para mancha de turcicum, foi o híbrido 2B707 HX. Não foi observado do desenvolvimento de antracnose foliar apesar das inoculações de *C. graminicola*. Com relação às produtividades maiores que 10 toneladas, os componentes de produção que interferiram diretamente foram: comprimento e diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos. Em contrapartida os componentes de produção mais afetados naqueles híbridos com produções em torno de 8,5 toneladas foram: diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos.

**Palavras-chave:** *Cercospora zeae-maydis*, *Exserohilum turcicum*, massa de mil grãos, *Phaeosphaeria maydis*, *Zea mays*.

## CHAPTER 4

### THE IMPACT OF LEAF DISEASES IN INCOME COMPONENTS IN COMMERCIAL CORN HYBRIDS

#### ABSTRACT

Diseases in corn cultivation have reached higher levels each year accelerating the breakdown of genetic resistance of many hybrids. In order to relate the occurrence of the main foliar diseases in corn and its interference with the production of components, an experiment with 21 hybrids was installed in Capão da Onça Farm School of the State University of Ponta Grossa in experimental design of randomized blocks with three replications. Each experimental unit consisted of two lines of 16.0 m long. Inoculation of maize plants was carried out via spray pressured in CO<sub>2</sub> in two periods: 79 days after emergence and the second inoculation occurred 15 days after the first one. There were weekly incidence assessments and severity of gray leaf spot (*Cercospora zeae-maydis*), white spot (*Phaeosphaeria maydis*) and turcicum spot (*Exserohilum turcicum*). With the data of severity of the diseases, the area under the disease progress curve was calculated. At the time of the harvest, it was determined the number of rows per ear, number of kernels per row, the length of the ears, the diameter of the ear, the diameter of cobs, productivity, weight of 1000 grains and assessment of damaged kernels. The means when significant were compared by Scott-Knott test at 1% probability. Diseases that occurred during this experiment were gray leaf spot, white spot and turcicum spot. *Exserohilum turcicum* was the pathogen that impaired the leaf area the most for its aggressiveness demonstrated by AURPC among 21 assessed hybrids. Gray leaf spot was the disease with less severity on the different hybrids, and occurred only at the end of the crop cycle. The most susceptible hybrids were: P3161H to gray leaf spot, AG8061 for white spot and brown spot, was the hybrid 2B707 HX. It was not observed the development of anthracnose leaf blight despite of the inoculations of *Colletotrichum graminicola*. Regarding to higher yields than 10 tons, the production of components that directly interfered were: length and diameter of the ear, number of kernels per row and weight of 1000 grains. In contrast the most affected production components in those hybrids with productions around 8.5 tons were: diameter of the ear, number of kernels per row and weight of 1000 grains.

**Keywords:** *Cercospora zeae-maydis*, *Exserohilum turcicum*, thousand grains weight, *Phaeosphaeria maydis*, *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

O grão de milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido e consumido no mundo, devido as suas múltiplas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal na forma de silagem ou componentes de rações, consumo humano tanto *in natura* como matéria prima para indústria alimentícia, na indústria de tecnologia utilizado numa ampla gama de produtos. No Brasil de 70 a 80% do milho produzido é destinado a cadeia produtiva de aves e suínos (DUARTE; GARCIA; MIRANDA, 2011; IMEA, 2015).

Para o milho de primeira safra, a exemplo do que ocorreu na safra anterior, a área foi reduzida em 12,2%, posicionando-se em 5,4 milhões de hectares. Para o milho segunda safra obteve aumento de 10,2% na área plantada (975,9 mil hectares), totalizando 10,5 milhões de hectares. O Estado do Paraná é segundo maior produtor nacional de milho, superado apenas pelo Mato Grosso, com o cultivo de alta tecnologia, fazendo com que a produtividade desta cultura tenha apresentado valores crescentes nas últimas safras (CONAB, 2016).

Dentre as causas que podem afetar a produtividade da cultura estão as doenças. As doenças do milho podem ser agrupadas em quatro tipos: as podridões de sementes e plântulas, as podridões do colmo, as doenças foliares e as podridões da espiga, elas afetam a implantação da cultura, o movimento de água e nutrientes, a fotossíntese, a produtividade e a qualidade dos grãos, inclusive com formação de micotoxinas (FORCELINI, 2015).

Dentre todas as doenças da cultura do milho, as manchas foliares (cercosporiose, mancha branca e mancha de turcicum) têm sido ano após ano, fator limitante para a produtividade, sendo que em condições de elevada severidade podem atingir danos que comprometem em até 60% a produção, conforme relatado por Fernandes e Oliveira (1997) e Bordin et al. (2014).

A cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*, Tehon e Daniels, 1925 e *Cercospora sorghi* f. sp. *maydis* Ellis e Everh) foi inicialmente diagnosticada no Estado de Goiás no ano de 2000 e está presente em praticamente todas as regiões produtoras do País, ocorrendo em altas severidades em híbridos suscetíveis, obtendo danos superiores à 80%. Os principais sintomas compreendem manchas de coloração cinza, retangulares a irregulares, com as

lesões desenvolvendo-se paralelas às nervuras. A disseminação ocorre através de esporos e restos de cultura levados pelo vento e por respingos de chuva (CASELA; FERREIRA, 2003; PASCHOLATI; MELO; DALIO, 2015; FORCELINI, 2015).

A mancha branca ou mancha de *Phaeosphaeria* (*Phaeosphaeria maydis* Henn.) apresenta ampla distribuição ocasionando comprometimento da produção principalmente no cultivo na safrinha, em função da alta precipitação, umidade relativa (>60%) e baixas temperaturas noturnas, condições favoráveis à doença. Os principais sintomas são lesões circulares, aquosas e verde claras (anasarcas). Posteriormente, passam a necróticas, de cor palha, circulares a elípticas, com diâmetro variando de 0,3 a 1,0 cm. Os danos na produção podem ser superiores a 60% em situações de ambiente favorável e de uso de cultivares suscetíveis (COSTA; COTA; SILVA, 2012).

A mancha foliar de *Diplodia* (*Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *Diplodia macrospora* Earle in Bull.]) tem sido relatada em todo o Brasil. Os sintomas compreendem lesões alongadas, grandes, semelhantes às de *Exserohilum turcicum*. Diferem destas por apresentar, em algum local da lesão, pequeno círculo visível contra a luz (ponto de infecção). Podem alcançar até 10 cm de comprimento. Em algumas situações, os sintomas são caracterizados pela presença de lesões estreitas e alongadas. A redução na produtividade pode atingir até 40% considerando as condições climáticas e o nível de resistência do genótipo utilizado (GRANDIS et al., 2008).

As maiores severidades da mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum* K. J. Leonard e E. G. Suggs) ocorrem em plantios de safrinha, em situações favoráveis podem chegar a 50% de severidade, quando o ataque começa antes do período de floração. Os principais sintomas são lesões necróticas, elípticas, medindo de 2,5 a 15,0 cm de comprimento. A coloração do tecido necrosado varia de cinza a marrom e, no interior das lesões, observa-se intensa esporulação do patógeno. As primeiras lesões aparecem, normalmente, nas folhas mais velhas. É um patógeno necrotrófico e sua disseminação ocorre pelo transporte de conídios pelo vento a longas distâncias (COSTA; COTA; SILVA, 2012).

No Brasil, a ferrugem polissora (*Puccinia polysora* Underw.), está distribuída em todas as regiões produtoras de milho. Os principais sintomas

compreendem a formação de pústulas circulares a ovais, de coloração marrom clara, distribuídas, predominantemente, na face superior das folhas. Em condições de elevada pressão do inóculo e em períodos de cultivo safrinha, os danos podem atingir 70% da produção (COSTA et al., 2010).

A ferrugem comum (*Puccinia sorghi* Schw.) apresenta ampla distribuição nacional com maior severidade nos Estados da Região Sul. Os sintomas compreendem a formação de pústulas em toda a parte aérea da planta, com maior severidade nas folhas. As pústulas ocorrem em ambas às superfícies da folha, sendo esta uma das características que a diferencia da ferrugem polissora. As pústulas da ferrugem comum apresentam formato circular a alongado e coloração castanho clara a escuro. Em relação a severidade a ferrugem comum apresenta dano menor que a ferrugem polissora, no entanto em condições ideais para o desenvolvimento do patógeno tende a ocasionar danos significativos na produção (MORAES et al., 2011).

No Brasil, a ferrugem tropical ou ferrugem branca (*Physopella zae* Cummins e Ramachar) os danos ocasionados por este patógeno podem atingir 40% em função do cultivar utilizado, da pressão da doença e das condições ambientais favoráveis. Suas lesões caracterizam-se pela formação de pústulas de formato arredondado a oval, em pequenos grupos, de coloração esbranquiçada a amarelada, na superfície superior da folha e recoberta pela epiderme. Por ser um patógeno de menor exigência em termos de umidade, a severidade da doença tende a ser a maior nos plantios de safrinha (COSTA et al., 2008; MORAES et al., 2011).

O termo grãos ardidos refere-se aos grãos produzidos em espigas que sofreram um processo de podridão. São considerados ardidos os grãos que apresentam, pelo menos, um quarto de sua superfície com descolorações variando de marrom claro, marrom escuro, roxo, vermelho claro a vermelho escuro. Os principais patógenos causadores de grãos ardidos são: *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berkeley) Saccardo], *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *Diplodia macrospora* Earle], *Fusarium moniliforme* Sheldon [Teleomorfo: *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenweber], *Fusarium subglutinans* (Wollenw. & Reiking) e *Gibberella zae* (Schw) Petch. (anamorfo *Fusarium graminearum* Schwabe). Ocasionalmente,

no campo, há produção de grãos ardidos pelos fungos do gênero *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (PINTO, 2005).

Além da deterioração da qualidade física dos grãos, nos grãos ardidos de milho ocorre a produção de micotoxinas, que são metabólitos secundários tóxicos produzidos por fungos, tanto na fase de pré-colheita (ainda no campo), quanto na fase de armazenamento dos grãos (PINTO, 2005; BENTO, 2011).

Contudo, existem várias alternativas para manejo e controle das doenças na cultura do milho. Por exemplo, o uso da rotação de culturas pode reduzir o inóculo de determinados patógenos na área de plantio e, em consequência, reduzir a severidade das doenças que causam. Evitar plantios tardios pode favorecer o escape a várias doenças. Além disso, outras medidas como adoção de práticas culturais corretas e a eliminação de outros hospedeiros infectados, na área de plantio, também podem contribuir para redução da severidade de determinadas doenças. Por outro lado, existem disponíveis no mercado sementes de cultivares de milho, resistentes a diversas doenças. A efetividade de cada uma dessas medidas é dependente de cada doença em questão (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004; OLIVEIRA; FERNANDES; PINTO, 2008).

Em virtude da grande quantidade de cultivares comerciais de milho, da rapidez de sua substituição no mercado e da variabilidade de suas características agronômicas, há uma necessidade crescente de informações para a correta escolha de genótipos mais adequados às condições edafoclimáticas de cada região específica. Além disso, os aumentos da área plantada em uma heterogeneidade de condições ambientais e do padrão tecnológico demandado resultam em grande diversidade de ambientes específicos, os quais irão interferir no comportamento das cultivares neles plantadas (CAMPOS et al., 2010; VIEIRA et al., 2015).

Dessa forma, há necessidade de informações sobre o comportamento de diferentes híbridos de milho utilizados na Região dos Campos Gerais sobre seus componentes de produção quando a cultura é afetada por doenças foliares.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Relacionar a ocorrência das principais doenças foliares na cultura do milho e a produtividade em diferentes híbridos comerciais.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar a suscetibilidade de híbridos comerciais de milho às principais doenças foliares ocorridas na safra 2012/13.

Verificar qual a relação dessas doenças com os componentes de produção entre os diferentes híbridos avaliados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola Capão da Onça, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa – PR, localizado sobre altitude de 900 m com precipitação pluvial anual média de 1.550 mm.

A semeadura dos híbridos de milho foi realizada dia 12 de dezembro de 2012, ajustada para 6,3 sementes  $m^{-1}$ , com espaçamento de 0,80 m, e população aproximada de 78.000 plantas  $ha^{-1}$ . Quanto ao tratamento de sementes, todas as sementes utilizadas para o experimento vieram previamente tratadas pelos detentores das empresas. Os híbridos utilizados neste trabalho estão descritos na Tabela 1, conforme as suas características de resistência e suscetibilidade a doenças avaliadas, de acordo com informações disponibilizadas pelas empresas detentoras das sementes. A adubação de base utilizada foi de 6 kg  $ha^{-1}$  de N, 90 kg  $ha^{-1}$  de P e 30 kg  $ha^{-1}$  de K e a adubação de cobertura foi realizada no estágio V4 (4ª folha desenvolvida), com 135 kg  $ha^{-1}$  de N.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 21 tratamentos (híbridos) e 3 repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 2 linhas de 16,0 m de comprimento.

Desde a emergência da cultura, todas as plantas foram monitoradas para verificação dos primeiros sintomas das doenças, com auxílio da escala de desenvolvimento da cultura do milho de Fancelli (2003), adaptado de Hanway (1966) e Nel e Smit (1978). A primeira avaliação aconteceu em 01 de fevereiro de 2013, quando a cultura estava no estágio V5 (5 folhas desenvolvidas). Nessa ocasião foi possível estimar a severidade da mancha de turcicum e da mancha branca nas plantas. As demais avaliações ocorreram semanalmente em 08/02/13 em V6 (6 folhas desenvolvidas), 20/02/13 em V7 (7 folhas desenvolvidas), 27/02/13 entre V7 e V8 (7-8 folhas desenvolvidas) e 05/03/13 em V8 (8 folhas desenvolvidas). Nas duas últimas avaliações também foi possível avaliar cercosporiose.

As doenças foliares presentes nas plantas foram avaliadas com auxílio de escalas diagramáticas: complexo de manchas brancas (*C. zeae-maydis* e *P. maydis*) e *E. turcicum* (AZEVEDO, 1997) (Anexos 1 e 2).

Tabela 1. Descrição dos híbridos comerciais de milho (*Zea mays*) utilizados em experimento. Fazenda escola UEPG. Ponta Grossa, PR. 2012/13.

| Nome Comercial | Empresa             | Base genética | <i>Exserohilum turcicum</i> | <i>Phaeosphaeria maydis</i> | <i>Cercospora zea-maydis</i> |
|----------------|---------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2A 550HX       | Dow AgroSciences®   | H.S.          | M.R.                        | M.S.                        | M.S.                         |
| AS 1550 PRO    | Agroeste®           | H.S.          | M.R.                        | M.R.                        | -                            |
| AG 8041 PRO    | Agrocere®           | H.S.          | M.R.                        | M.R.                        | M.S.                         |
| AG 8061        | Agrocere®           | H.S.          | M.S.                        | M.S.                        | S.                           |
| 2B707HX        | Dow AgroSciences®   | H.S.          | M.R.                        | M.R.                        | M.R.                         |
| AG 8025 PRO    | Agrocere®           | H.S.          | M.S.                        | M.S.                        | M.R.                         |
| BG 7060 H      | Biogene®            | H.S.          | M.R.                        | S.                          | M.R.                         |
| SW 3949 TZ     | Syngenta Seeds®     | H.S.          | S.                          | S.                          | S.                           |
| 30F53 YH       | Pioneer®            | H.S.          | M.R.                        | M.R.                        | M.R.                         |
| AG 7098 PRO    | Agrocere            | H.S.          | M.R.                        | M.R.                        | M.R.                         |
| SYN 7B28 VIP   | Syngenta Seeds®     | H.S.          | -                           | -                           | -                            |
| BG 7051 H      | Biogene®            | H.S.          | M.R.                        | S.                          | M.R.                         |
| 30A37PW        | Agromen Tecnologia® | H.S.          | M.R.                        | M.R.                        | R.                           |
| SG 6030 YG     | Sementes Guerra®    | H.S.          | S.                          | S.                          | M.R.                         |
| AS 1656 PRO2   | Agroeste®           | H.S.          | M.R.                        | S.                          | M.R.                         |
| 30F53          | Pioneer®            | H.S.          | M.R.                        | M.S.                        | M.S.                         |
| P3161 H        | Pioneer®            | H.S.          | M.R.                        | S.                          | S.                           |
| DKB 250 PRO    | Dekalb®             | H.S.          | -                           | -                           | -                            |
| SYN 7205 VIPT  | Syngenta Seeds®     | H.S.          | M.R.                        | M.S.                        | M.R.                         |
| P3439 H        | Pioneer®            | H.S.          | -                           | -                           | -                            |
| BG 7016        | Biogene®            | H.S.          | -                           | -                           | -                            |

Híbrido Simples (H.S.); Suscetível (S.); Moderadamente Suscetível (M.S.); Moderadamente Resistente (M.R.); Resistente (R.); Não informado (-).

Com os dados de severidade das doenças foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com auxílio da equação:  $AACPD = \Sigma[((y_1 + y_2)/2) * (t_2 - t_1)]$ , onde  $y_1$  e  $y_2$  são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A colheita dos híbridos foi realizada no dia 24 de abril de 2013, onde foi realizada a colheita das espigas de todas as plantas presentes em um metro em cada uma das linhas de cada híbrido. Destas espigas, foram determinados o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira, o comprimento das espigas, o diâmetro das espigas, o diâmetro do sabugo. A umidade foi mensurada e corrigida para 13% de umidade para ajuste do cálculo da

produtividade, foram mensuradas a massa de 100 grãos e realizada a avaliação de grãos ardidos.

A avaliação de grãos ardidos se deu por meio de sub-amostras de 250 gramas de sementes, de acordo com a Portaria nº11, de 12/04/96 (BRASIL, 1996) conforme descritos em trabalhos realizados por Mendes (2009), Casa et al. (2007) e Pinto (2001), tendo-se como base de cálculo o número total de grãos e o número de grãos ardidos. Foram considerados grãos ardidos todos aqueles que continham pelo menos um quarto de sua superfície com descolorações, cuja matiz variou de marrom-claro à roxo ou vermelho intenso.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias quando significativas comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade pelo software Sasm-Agri (CANTERI et al, 2001).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento foi possível constatar as seguintes doenças cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) (Tabela 2). O impacto imediato das doenças foliares na cultura do milho está atrelado intimamente à capacidade do patógeno colonizar grandes áreas dos tecidos foliares das plantas causando morte prematura destes tecidos.

A média histórica de precipitação no período de dezembro a abril para a região é de 850 mm, e no período de realização do experimento a precipitação foi de aproximadamente 880 mm (Figura 1).

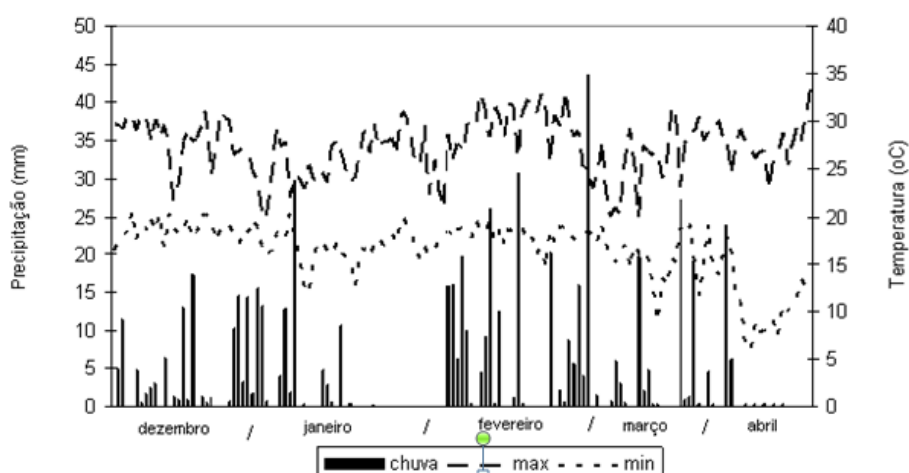


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura na região de Ponta Grossa/PR durante o período do experimento com a cultura do milho (*Zea mays*). 2012-2013. Fonte: IAPAR (2013).

Num panorama geral quanto ao aparecimento de doenças foliares (Tabela 2), constatou-se que a cercosporiose não ocorreu em todos os híbridos, diferente de mancha branca e mancha de turcicum que foram constatadas em todos os materiais avaliados. Foram encontradas na área do experimento plantas com sinais de *P. polysora*, porém com incidência menor que 2%.

De acordo com trabalhos de Brito (2007; 2008), a classificação sustentada pelas empresas detentoras de sementes, não têm sido constatada fielmente em campo, pois alguns híbridos que estão classificados como híbrido suscetível têm apresentado moderada resistência à doença, independentemente da época de semeadura, podendo, assim, ser classificado

como moderadamente resistente. Neste experimento, essas variações também foram constatadas (Tabela 2), de acordo com os valores obtidos com as AACPD.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso de cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*), de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e de mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) nos diferentes híbridos de milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, Safra 2012-2013.

|    | Tratamentos   | Cercosporiose | Mancha branca | Mancha de turcicum |
|----|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| 1  | BG 7016       | 0,0 l*        | 232,4 f       | 795,1 b            |
| 2  | SW 3949 TZ    | 11,6 g        | 307,7 d       | 318,7 d            |
| 3  | SYN 7205 VIPT | 27,3 b        | 312,3 c       | 238,6 f            |
| 4  | DKB 250 PRO   | 14,0 e        | 149,2 i       | 168,7 k            |
| 5  | P3161 H       | 59,0 a        | 45,2 m        | 130,1 l            |
| 6  | 30F53 YG      | 0,0 i         | 46,9 m        | 13,3 p             |
| 7  | AS 1656 PRO2  | 0,0 i         | 185,6 g       | 202,8 i            |
| 8  | SG 6030 YG    | 27,3 b        | 273,3 e       | 53,0 n             |
| 9  | 30A37PW       | 13,3 f        | 155,4 i       | 55,8 n             |
| 10 | BG 7051 H     | 16,8 d        | 152,3 i       | 99,1 m             |
| 11 | SYN 7B28 VIP  | 11,2 g        | 119,4 j       | 43,9 o             |
| 12 | AG 7098 PRO   | 2,5 h         | 92,4 k        | 208,5 h            |
| 13 | 30F53         | 13,0 f        | 265,7 e       | 193,4 j            |
| 14 | P3439 H       | 16,8 d        | 60,3 l        | 206,7 i            |
| 15 | BG 7060 H     | 19,3 c        | 157,4 i       | 135,7 l            |
| 16 | AG 8025 PRO   | 0,0 i         | 168,2 h       | 175,9 k            |
| 17 | 2B707HX       | 0,0 i         | 317,8 c       | 1040,8 a           |
| 18 | AG 8061       | 0,0 i         | 436,4 a       | 100,0 m            |
| 19 | AG 8041 PRO   | 0,0 i         | 349,9 b       | 354,7 c            |
| 20 | AS 1550 PRO   | 0,0 i         | 149,4 i       | 280,3 e            |
| 21 | 2A550HX       | 0,0 i         | 151,4 i       | 223,2 g            |
|    | C.V. (%)      | 8,20          | 2,23          | 1,22               |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras em coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. C.V.= coeficiente de variação.

A cercosporiose ocorreu apenas no final do ciclo da cultura, no início da fase de senescência, estágio R4 (grãos pastosos). A doença não foi observada nos seguintes híbridos: BG 7016, 30F53 YG, AS 1656 PRO2, AG 8025 PRO, 2B 707 HX, AG 8061, AG 8041 PRO, AS 1550 PRO e 2A550HX. O híbrido que apresentou a maior AAPCD para *C. zeae-maydis* neste experimento foi P 3161 H (Tabela 2).

Temperaturas ótimas ao desenvolvimento de cercosporiose ocorrem entre 22 e 30°C, além de estarem vinculadas a longos períodos de elevada umidade relativa sem formação de água livre na superfície. No entanto, na ocasião deste experimento, ocorreram picos de temperaturas mínimas durante o ciclo, menores que 22°C e muito prevalentes (Figura 1), além de períodos relativamente longos com formação de água livre na superfície foliar, o que de

acordo com Davide et al. (2010), explica a baixa severidade de cercosporiose no experimento. Outro ponto que pode ser levantado sobre a cercosporiose, é que a doença possui período latente longo, variando de 14 a 28 dias, o que pode estar relacionado com o aparecimento da doença apenas no final do ciclo e com baixa severidade (PEREIRA; CARVALHO; CAMARGO, 2008).

Nas condições deste trabalho, alguns híbridos então classificados como resistente ou suscetíveis pelas empresas detentoras das sementes, não apresentaram performance em conformidade com sua descrição. Os materiais AG 8041 e 2B707 HX, que são considerados moderadamente resistentes pelas empresas, porém não diferiram significativamente dos híbridos classificados como suscetíveis e moderadamente suscetíveis para *P. maydis*.

Os sintomas de mancha branca surgiram na fase vegetativa e a severidade foi aumentando até o final de ciclo da cultura. O híbrido que apresentou maior AACPD foi AG 8061, seguido pelo híbrido AG 8041 PRO, e ambos haviam sido tolerantes à cercosporiose. Os híbridos com menor AACPD para mancha branca foram P3161 H e 30F53 YH, estatisticamente iguais entre si. No entanto para cercosporiose P3161 H havia sido o híbrido com maior índice da doença (Tabela 2).

O desenvolvimento da mancha branca é favorecido por temperatura diurna entre 24 e 30°C, temperaturas noturnas em torno de 14 a 16°C e umidade relativa do ar superior a 60%, com abundante formação de orvalho e baixa luminosidade, além de ser beneficiada por altitudes superiores a 700 m (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004); condições estas encontradas durante o período deste experimento, o que explica a AACPD para esta doença nesta safra.

A mancha de turcicum foi a doença mais agressiva do experimento, ocorrendo durante todo o estágio vegetativo (a partir de 4 folhas desenvolvidas) até o início da senescência das plantas. O híbrido que apresentou a maior AACPD foi o 2B707HX, seguido por BG 7016. De acordo com a empresa obtentora do híbrido 2B707HX, este é considerado como moderadamente resistente, porém nas condições desse trabalho esse híbrido foi o que apresentou a maior severidade, que resultou na maior AACPD. O híbrido com menor AACPD para *E. turcicum* neste experimento foi 30F53 YG (Tabela 2), que é considerado pela empresa como moderadamente resistente.

A ocorrência de *E. turcicum* está relacionada com regiões onde predominam temperaturas noturnas moderadas e períodos intermitentes e tempo nublado, o desenvolvimento da lesão é acentuado pela baixa luminosidade. A maior severidade da doença ocorre nas épocas de semeadura tardias e de safrinha (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004), coincidentes com a época de semeadura e os resultados obtidos neste trabalho.

Para Brito et al. (2011) em várias regiões do Brasil, ao longo dos anos, a redução no nível de resistência dos híbridos é uma consequência de possíveis alterações na população do patógeno por pressão de seleção direcional em favor de raças mais agressivas ou virulentas, acelerada por aumento no potencial de inóculo em função de plantio direto na palha associado ao monocultivo, ausência de rotação e o uso de fungicidas. Outras justificativas estão atreladas a aplicação de fungicidas, plantios contínuos, melhoramento sem seleção para doenças e plantios de safrinha (BRITO, 2010).

Tal foi o caso das doenças associadas a *Helmintosporium maydis* raça T, no início da década de 70, do complexo de enfezamento do milho ("corn stunt"), complexo das ferrugens (*Puccinia polysora*, *P. sorghi* e *Physopella zae*) e mancha branca. A partir do ano 2000, a cercosporiose do milho, de ocorrência endêmica na forma de pequenas e esparsas lesões foliares, começou a assumir proporções epidêmicas em várias regiões do país (JULIATTI et al., 2004).

A cercosporiose foi responsável pela descontinuidade do plantio de vários híbridos comerciais suscetíveis de alto potencial produtivo, que chegaram a atingir níveis de redução de produtividade de grãos de até 40%. Hoje, a incorporação de resistência genética a *C. zae-maydis* está entre os principais objetivos dos programas de desenvolvimento de híbridos para as regiões onde essa doença é prevalente. Contudo, há poucos trabalhos sobre a herança da resistência à *C. zae-maydis* em milho (BRITO et al., 2013).

O método fundamentado na resistência genética constitui-se em uma das formas mais eficientes e econômicas de controle de doenças de plantas. Todavia, em função de algumas peculiaridades, representadas principalmente pelo grande número de raças fisiológicas características de determinados agentes causais de doenças, tornam tal método restrito apenas a alguns patógenos. Ainda, ressalta-se que a duração da resistência genética de

cultivares é função da virulência do patógeno e do manejo da cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

Verificou-se neste experimento (Tabela 3) que o híbrido com maior número de fileiras por espiga foi 2B 707 HX, com média de 18,76 fileiras, superior estatisticamente aos demais 20 materiais avaliados. Já o híbrido SW 3949 TZ, foi estatisticamente inferior a este e a todos os demais materiais, apresentando uma média de 12,62 fileiras por espiga. Para o componente número de grãos por fileira, a variação entre os tratamentos foi menor, segregando estatisticamente os materiais em dois grupos, um superior, com médias entre 29,0 e 32,1; e outro com médias variando entre 24,4 e 28,3 estatisticamente inferiores aos demais. Os materiais que apresentaram as maiores médias, e com isso a superioridade estatística sobre os demais materiais foram: P 3439, SYN 7205, 30F53, AS 1656, 30A37, SYN 7B28 VIP, SW 3949 e BG 7060 H (Tabela 3).

Tabela 3. Número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*). Fazenda Escola- UEPG. Ponta Grossa-PR, Safra 2012-13.

| Tratamentos     | Nº de fileiras por espiga | Nº de grãos por fileira |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 BG 7016       | 16,02 b*                  | 28,3 b                  |
| 2 SW 3949 TZ    | 12,62 e                   | 31,2 a                  |
| 3 SYN 7205 VIPT | 15,00 c                   | 31,8 a                  |
| 4 DKB 250 PRO   | 16,30 b                   | 25,8 b                  |
| 5 P3161 H       | 13,97 d                   | 27,9 b                  |
| 6 30F53 YH      | 15,08 c                   | 29,0 a                  |
| 7 AS 1656 PRO2  | 15,25 c                   | 30,8 a                  |
| 8 SG 6030 YG    | 16,16 b                   | 25,6 b                  |
| 9 30A37PW       | 15,29 c                   | 29,5 a                  |
| 10 BG 7051 H    | 14,65 d                   | 28,2 b                  |
| 11 SYN 7B28 VIP | 16,22 b                   | 29,2 a                  |
| 12 AG 7098 PRO  | 16,62 b                   | 25,3 b                  |
| 13 30F53        | 14,62 d                   | 24,5 b                  |
| 14 P3439 H      | 16,30 b                   | 32,1 a                  |
| 15 BG 7060 H    | 15,03 c                   | 30,5 a                  |
| 16 AG 8025 PRO  | 14,46 d                   | 27,9 b                  |
| 17 2B707HX      | 18,76 a                   | 24,4 b                  |
| 18 AG 8061      | 16,74 b                   | 25,5 b                  |
| 19 AG 8041 PRO  | 15,28 c                   | 27,5 b                  |
| 20 AS 1550 PRO  | 15,01 c                   | 27,3 b                  |
| 21 2A550HX      | 16,07 b                   | 28,1 b                  |
| C.V. (%)        | 3,44                      | 9,63                    |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras em coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. C.V= coeficiente de variação.

Observou-se uma variação com relação ao comprimento de espiga (Tabela 4), entre os 21 híbridos. O materiais que apresentaram superioridade estatística para esta variável foram: BG 7016, SW 3949 TZ, SYN 7205 VIPT,

30F53 YH, AS 1656 PRO2, 30A37PW, BG 7051 H, SYN 7B28 VIP, 30F53 YG, P3439 H, BG 7060 H e 2A550HX, e todos os demais foram iguais entre si e apresentaram as menores espigas.

Tabela 4. Comprimento (cm) e diâmetro de espiga (cm) e diâmetro de sabugo (cm) de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*). Fazenda Escola- UEPG. Ponta Grossa-PR, Safra 2012-13.

| Tratamentos     | Comprimento de espiga | Diâmetro da espiga | Diâmetro do sabugo |
|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| 1 BG 7016       | 14,4 a*               | 4,6 b              | 2,5 c              |
| 2 SW 3949 TZ    | 14,9 a                | 4,2 d              | 2,3 c              |
| 3 SYN 7205 VIPT | 14,9 a                | 4,4 c              | 2,4 c              |
| 4 DKB 250 PRO   | 13,8 b                | 4,9 a              | 2,6 b              |
| 5 P3161 H       | 13,3 b                | 4,5 b              | 2,4 c              |
| 6 30F53 YH      | 14,5 a                | 4,8 a              | 2,6 b              |
| 7 AS 1656 PRO2  | 16,5 a                | 4,5 b              | 2,4 c              |
| 8 SG 6030 YG    | 13,1 b                | 4,6 b              | 2,6 b              |
| 9 30A37PW       | 15,1 a                | 4,8 a              | 2,6 b              |
| 10 BG 7051 H    | 15,4 a                | 4,6 b              | 2,5 c              |
| 11 SYN 7B28 VIP | 14,8 a                | 5,0 a              | 2,7 b              |
| 12 AG 7098 PRO  | 13,5 b                | 4,6 b              | 2,4 c              |
| 13 30F53 YG     | 14,3 a                | 4,4 c              | 2,6 b              |
| 14 P3439 H      | 15,3 a                | 4,7 b              | 2,8 a              |
| 15 BG 7060 H    | 14,9 a                | 4,4 c              | 2,6 b              |
| 16 AG 8025 PRO  | 13,6 b                | 4,6 b              | 2,6 b              |
| 17 2B707HX      | 12,5 b                | 4,4 c              | 2,7 b              |
| 18 AG 8061      | 13,2 b                | 4,8 a              | 2,8 a              |
| 19 AG 8041 PRO  | 13,0 b                | 4,4 c              | 2,5 c              |
| 20 AS 1550 PRO  | 13,5 b                | 4,6 b              | 2,6 b              |
| 21 2A550HX      | 14,8 a                | 4,9 a              | 2,9 a              |
| C.V. (%)        | 7,33                  | 3,56               | 4,56               |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras em coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. C.V= coeficiente de variação.

O maior diâmetro da espiga foi observado entre as médias dos materiais: DKB 250 PRO, 30F53 YH, 30A37PW, SYN 7B28 VIP, AG 8061 e 2A550HX, estatisticamente iguais entre si (Tabela 4). O híbrido P3439 foi o material que apresentou a menor média de diâmetro de espiga, inferior estatisticamente aos demais híbridos. Quanto ao diâmetro do sabugo, as maiores médias foram encontradas entre os híbridos: SW 3949, AG 8061 PRO e 2A550HX, estatisticamente superior aos demais.

Segundo Almeida et al. (2003), a definição do rendimento de grãos e de seus componentes é um processo sequencial, que envolve um perfeito sincronismo entre as diferentes etapas fenológicas do ciclo da cultura. De acordo com Queiroz; Dias e Montovani (2000) os componentes que compõem

a planta como sabugo, não têm sido devidamente avaliados, o que não permite muitas vezes, relacionar a produção e qualidade do grão.

Não houve diferença estatística entre os 21 materiais para a avaliação de estande (Tabela 5), isso demonstra uniformidade na semeadura e isenta este fator de quaisquer variações na avaliação de produtividade. Os híbridos que apresentaram as maiores produtividades foram 30F53 (tratamento 6) e SYN 7B28 VIP (tratamento 11), com médias superiores a 10 toneladas. No entanto, estes só apresentaram superioridade estatística, sobre os híbridos: SG 6030 YG (tratamento 8), 30F53 (tratamento 13), BG 7060 H (tratamento 15), AG 8025 PRO (tratamento 16) e 2B707HX (tratamento 17), sendo estatisticamente igual a todos os demais materiais.

Para Brito et al. (2007) a relação positiva obtida entre a AACPD e a porcentagem de danos, indica que quanto maior a severidade da doença maior o dano causado pela cercosporiose. No entanto Brito et al, (2008) relataram que os híbridos mais suscetíveis a cercosporiose, não são necessariamente os híbridos que apresentam a menor produtividade. Fantin; Duarte e Dudiena (2010) observaram que a cada 1% de aumento da severidade da cercosporiose há uma redução de aproximadamente 2% na produtividade do milho. De acordo com os mesmos autores, essa relação também ocorre para mancha branca do milho.

Quanto à relação de mancha de turcicum e a produtividade (Tabela 2) pode-se dizer que a maior AACPD ocorreu com o híbrido 2B707HX, sendo este um dos híbridos menos produtivo, assim como o contrário pode ser evidenciado, já que os híbridos SYN7B28VIP e 30F53 tiveram as menores AACPD e conseqüentemente duas das maiores produtividades.

Conforme Guiomar (2011), o fato de um cultivar ter obtido um rendimento em grão mais alto, não significa que este tenha maior tolerância à *E. turcicum*, pois o seu potencial genético poderá ser diferente, contudo no experimento de campo, a maioria dos híbridos que obtiveram os melhores resultados de rendimento em grãos tinha correspondência na tolerância à mancha de turcicum.

Tabela 5. Estande, produtividade, massa de mil grãos (MMG) e avaliação de grão ardido de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*). Fazenda Escola- UEPG. Ponta Grossa-PR, Safra 2012-13.

| Tratamentos     | Estande | Produtividade<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) | MMM (g)  | Grão ardido<br>(%) |
|-----------------|---------|-----------------------------------------|----------|--------------------|
| 1 BG 7016       | 7,0 ns  | 8996,37 a*                              | 228,3 b* | 21,3 a*            |
| 2 SW 3949 TZ    | 6,7     | 8589,04 b                               | 255,8 a  | 4,4 b              |
| 3 SYN 7205 VIPT | 7,0     | 9195,81 a                               | 225,8 b  | 19,2 a             |
| 4 DKB 250 PRO   | 6,8     | 9004,79 a                               | 247,5 a  | 21,8 a             |
| 5 P3161 H       | 6,8     | 8517,58 b                               | 256,7 a  | 12,7 b             |
| 6 30F53 YH      | 7,2     | 10848,15 a                              | 266,7 a  | 20,8 a             |
| 7 AS 1656 PRO2  | 6,8     | 9035,51 a                               | 230,0 b  | 16,0 b             |
| 8 SG 6030 YG    | 6,8     | 8412,13 b                               | 232,3 b  | 10,3 b             |
| 9 30A37PW       | 6,8     | 9584,90 a                               | 259,2 a  | 21,5 a             |
| 10 BG 7051 H    | 7,2     | 9796,29 a                               | 275,0 a  | 18,5 a             |
| 11 SYN 7B28 VIP | 6,8     | 10264,41 a                              | 266,7 a  | 25,3 a             |
| 12 AG 7098 PRO  | 7,2     | 9324,54 a                               | 245,0 a  | 13,2 b             |
| 13 30F53        | 7,2     | 7985,82 b                               | 246,7 a  | 27,3 a             |
| 14 P3439 H      | 6,8     | 10336,89 a                              | 221,7 b  | 15,8 b             |
| 15 BG 7060 H    | 6,7     | 7740,62 b                               | 209,2 b  | 30,7 a             |
| 16 AG 8025 PRO  | 7,0     | 8056,15 b                               | 224,2 b  | 21,8 a             |
| 17 2B707HX      | 7,3     | 7831,40 b                               | 180,8 c  | 2,0 b              |
| 18 AG 8061      | 6,8     | 9254,90 a                               | 257,5 a  | 6,1 b              |
| 19 AG 8041 PRO  | 7,0     | 8812,69 b                               | 233,3 b  | 8,9 b              |
| 20 AS 1550 PRO  | 6,7     | 9480,87 a                               | 267,5 a  | 9,5 b              |
| 21 2A550HX      | 6,5     | 9437,52 a                               | 259,2 a  | 35,1 a             |
| C.V. (%)        | 6,43    | 15,89                                   | 7,78     | 77,45              |

ns= não significativo; \*médias seguidas pelas mesmas letras em coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.= coeficiente de variação.

Tomando por base a média de produtividade dos híbridos mais produtivos (9581,61 kg) e a média dos híbridos que foram menos produtivos (8243,18 kg), verificou-se uma diferença de 13,96% (Tabela 5). Associando estes resultados com as doenças ocorridas durante este trabalho, confirma-se aqui os resultados obtidos por Jaccoub Filho e Juliatti (2012) onde citam que os danos causados por *C. zeae-maydis* e *E. turcicum*, podem chegar a 50% e *P. maydis* podem ser maiores que 60%. Quando as doenças atingem os primeiros 10% de área foliar afetada das plantas, avaliadas no estágio de grãos pastosos, há uma redução ao redor de 20% ou mais da produtividade de grãos do milho.

Para massa de mil grãos (MMG) (Tabela 5), a menor média encontrada foi no híbrido 2B 707HX, com 180,8 g, estatisticamente inferior os demais híbridos. Os híbridos que apresentaram superioridade estatística quando comparado aos demais materiais foram: SW 3949 TZ (tratamento 2), DKB 250 PRO (tratamento 4), P3161 H (tratamento 5), 30F53 (tratamento 6), 30A37PW (tratamento 9), BG 7051 H (tratamento 10), SYN 7B28 VIP (tratamento 11), AG

7098 PRO (tratamento 12), 30F53 (tratamento 13), AG 8061 (tratamento 18), AS 1550 PRO (tratamento 20) e 2A550HX (tratamento 21). Em condições favoráveis para a ocorrência de doenças, estas podem causar seca prematura das folhas e redução no ciclo da planta, bem como provocar redução drástica no tamanho e na densidade dos grãos, o que consequentemente altera a massa das sementes, interferindo diretamente neste componente de produção (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

As maiores percentagens de grãos ardidos (Tabela 5) foram encontradas entre os híbridos: BG 7016 (tratamento 1), SYN 7205 VIPT (tratamento 3), DKB 250 PRO (tratamento 4), 30F53 (tratamento 6), 30A37PW (tratamento 9), BG 7051 H (tratamento 10), SYN 7B28 VIP (tratamento 11), 30F53 (tratamento 13), BG 7060 H (tratamento 15), AG 8025 PRO (tratamento 16) e 2A550HX (tratamento 21), estatisticamente iguais entre si.

O aumento de doenças foliares associado a condições climáticas favoráveis e à suscetibilidade dos híbridos tem propiciado também o aumento na incidência de podridões de grãos e espigas, que provocam o aparecimento de grãos ardidos. A presença de grão ardido tem efeito negativo no rendimento, mas também reduz a qualidade dos grãos colhidos, pela presença e acúmulo de metabólitos secundários tóxicos ao homem e aos animais, as micotoxinas (MUNKVOLD; DESJARDINS, 1997; MUNKVOLD, 2003; BRUNONI, 2015).

## 5 CONCLUSÃO

As doenças que ocorreram durante este experimento a foram cercosporiose, mancha branca e macha de turcicum. *Exserohilum turcicum* foi o patógeno que mais comprometeu a área foliar por sua agressividade demonstrada pela AACPF entre 21 híbridos avaliados.

A cercosporiose foi a doença com menor severidade sobre os diferentes híbridos avaliados, e ocorreu apenas no final do ciclo da cultura.

Os híbridos mais suscetíveis foram: P3161H para cercosporiose, AG8061 para mancha branca e para mancha marrom, foi o híbrido 2B707 HX.

Com relação às produtividades maiores que 10 toneladas, os componentes de produção que interferiram diretamente foram: comprimento e diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos. Em contrapartida os componentes de produção mais afetados naqueles híbridos com produções em torno de 8,5 toneladas foram: diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos.

Fica evidente neste experimento que, na região dos Campos Gerais, onde a cultura do milho é tradicional, foram as condições climáticas ocorridas durante a safra, o fator predominante para o desenvolvimento e evolução das doenças. Esta merece muito atenção, pois exerce efeitos diferentes a cada ano, sendo que, a cada safra agrícola, ocorre uma maior ou menor pressão de doenças foliares, desta forma, as diferentes safras agrícolas, podem gerar diferentes resultados quanto à produtividade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. L. de; SANGOI, L.; NAVA, I. C.; GALIO, J.; TRENTIN, P. S.; RAMPAZZO, C. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 189-194, mar./abr. 2003.

ALVIM, K. R. de T.; BRITO, C. H. de; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. T. G. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40. n.5, 2010.

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: LASA, 1997. 114 p.

BENTO, L. F. **Qualidade física e sanitária de grãos de milho armazenados em Mato Grosso**. 2011, 71 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

BORDIN, L. C.; CASA, R. T.; MARCUZZO, L. L.; SANGOI, L.; ZANCAN, R. L. Intensidade de doenças foliares, produtividade, massa de mil grãos e grãos manchados em resposta ao número de aplicações de fungicida. **Summa phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 4, p. 329-333, dez. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-54052014000400005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052014000400005&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 03 set. 2016. doi:10.1590/0100-5405/1981.

BRASIL. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. **Estabelece critérios complementares para classificação do milho**. Diário oficial da União, Brasília, Seção 1, n. 72, p. 6231, 1996.

BRITO, A. H. de; VON PINHO, R. G.; FILHO, A. X. S.; ALTOÉ, T.F. Avaliação da Cercosporiose e Rendimento de Grãos em Híbridos Comerciais de Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 1, p. 19-31, 2008.

BRITO, A. H. de; VON PINHO, R. G.; SANTOS, A. O.; SANTOS, S. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha Branca. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, p. 35-41, 2011.

BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. de A. R., BALESTRE, M. Controle químico da Cercosporiose, Mancha-Branca e dos Grãos Ardidos em milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 629-635, out. 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2013000500005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2013000500005&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 3 set. 2016. Doi:10.1590/S0034-737X2013000500005.

BRITO, A. H. **Controle genético e químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho**. 2010, 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BRITO, A. H.; RENZO, G. V. P.; POZZA, E. A.; PEREIRA, J. L. A. R.; FILHO, E. M. F. F. Efeito da Cercosporiose no Rendimento de Híbridos Comerciais de Milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 472-479, 2007.

BRUNONI, M. **Ocorrência e danos de podridões do colmo e grãos ardidos no estado de Santa Catarina**. 2015, 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, LAGES, 2015.

CAMPBELL, C. L. E MADDEN, L. W. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York, Wiley, USA: John Wiley & Sons. 1990.

CAMPOS, M. C. C.; SILVA, V. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN, M. Z. Produtividade e características agrônomicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 77-84, jan./mar. 2010. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd1=3716&dd99=view>> Acesso em: 21 nov. 2013.

CANTERI, M.G., ALTHAUS, R.A., VIRGENS FILHO, J.S., GIGLIOTI, E.A., GODOY, C.V. SASM – Agri: Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas pelos Métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24. 2001.

CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357. 2007.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. A cercosporiose na cultura do milho. **Circular Técnica 24**. Sete Lagoas: EMPBRAPA. 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acomp. safra bras. grãos**, v. 11 Safra 2015/16 - Décimo Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-176, agosto 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_09\\_12\\_08\\_19\\_bol\\_etim\\_graos\\_agosto\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_12_08_19_bol_etim_graos_agosto_2016.pdf)>. Acesso em: 3 set. 2016.

COSTA R. V. da; COTA, L. V.; ROCHA, L. M. P da; NOLASCO, A. A. R.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. **Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a grãos ardidos**. Circular Técnica 154. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 8 p., set. 2010.

COSTA, F. M.; BARRETO, M.; KOSHIKUMO, E. S. M.; ALMEIDA, F. A. Progresso da ferrugem tropical do milho (*Zea mays* L.), sob diferentes tratamentos fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 248-252. 2008.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D. **Cultivo do Milho: Doenças**. 2012. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/doencas.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/doencas.htm)>. Acesso em: 05 fev. 2014.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. **Cultivo do Milho**. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, Nutrição e Adubação Do Milho Para Alto Rendimento**. 2003. Disponível em: <[http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/b2aaf15da221a95785256a6d006d7a23/7ac877864218d46983256c70005790fc/\\$FILE/AnaisAntonioLuizFancelli.doc](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/b2aaf15da221a95785256a6d006d7a23/7ac877864218d46983256c70005790fc/$FILE/AnaisAntonioLuizFancelli.doc)>. Acesso em: 12 abr. 2014.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2004. 360 p.

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; DUDIENAS, C. Quantificação de Danos causados por diferentes Níveis de Severidade de Doenças Foliares à Produtividade do Milho. **X Seminário Nacional de Milho Safrinha**, Assis – SP. 2010.

FERNANDES F. T.; OLIVEIRA E. **Principais doenças da cultura do milho**. Circular Técnica, 26. Sete Lagoas: Embrapa/CNPMS. 80 p.1997.

FORCELINI, C. A. Mudanças em plantas, ambiente e patógeno afetam controle de doenças. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 9, p. 213-215, jul./dez. 2015.

GRANDIS, A.; GRAVENA, J. C.; MORAES, M. H. D. de; BRUNELLI, K. R., MENTEN, J. O. M.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MATIELLO, R. R., CARVALHO, R. V.; PAVANI, J. D. Severidade da mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e sua relação com a incidência do patógeno e a germinação, em grãos de híbridos comerciais e experimentais de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 2, p. 129-139, 2008.

GUIOMAR, P. M. C. N. **Avaliação do comportamento de cultivares de milho na presença da helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs**. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

IMEA. **O agronegócio de milho e suas utilidades**. 2015. Disponível em: <[http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper\\_jornalistas\\_Milho\\_AO.pdf](http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper_jornalistas_Milho_AO.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2016.

JACCOUB FILHO, D. S.; JULIATTI, F. C. Principais Doenças Fúngicas da Cultura do Milho (*Zea mays*). In: BARROSO, A. L. L.; GARCIA, J. F.; SIMÕES NETO, D. E. **Milho: Desafios Fitossanitários e Manejo Sustentável**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, 2012. 146 p.

JULIATTI, F. C.; APPELT, C. C. N. S.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; HAMAWAKI, O. T.; MELO, B. Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicida e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 45-54, 2004.

MENDES, M.C. **Micotoxinas, aspectos químicos e bioquímicos relacionados a grãos ardidos em híbridos de milho**. 2009, 106 f. Tese. (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MORAES, W. B.; PEIXOTO, L. de A.; JESUS JUNIOR, W. C. de; MORAES, W. B. M.; CECILIO, R. A. Impactos das mudanças climáticas sobre o risco de ocorrência da ferrugem polissora do milho no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12; p. 1-12. 2011.

MUNKVOLD G. P.; DESJARDINS A. E. Fumonisin in maize. Can we deduce their occurrence? **Plant Disease**, n. 81, p. 556–564, 1997.

MUNKVOLD, G. P. Epidemiology of Fusarium diseases and their mycotoxins in maize ears. **Plant Pathology**, n. 109, p. 705-713, 2003.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F. T.; PINTO, C. F. J. Manejo das principais doenças do milho. **VI Simpósio de Controle de Doenças de Plantas**. EMBRAPA, 2008. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2007/circular/Circ\\_92.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2007/circular/Circ_92.pdf). Acesso em: 01 fev. 2014.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças do milho: identificação e controle**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 84 p.

PASCHOLATI, S. F.; MELO, T. A. de; DALIO, R. J. D. Indução de resistência contra patógenos. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, ano 9, p.212-215, jul./dez. 2015.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do Milho (*Zea mays*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L. REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4. ed. v. 2. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.): Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: Grandes Culturas**. Viçosa: UFV, 1997. cap. 17. p. 821-863.

PINTO, N. F. J. de A. **Grãos ardidos em milho**. Circular Técnica 66, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 6 p., dez. 2005.

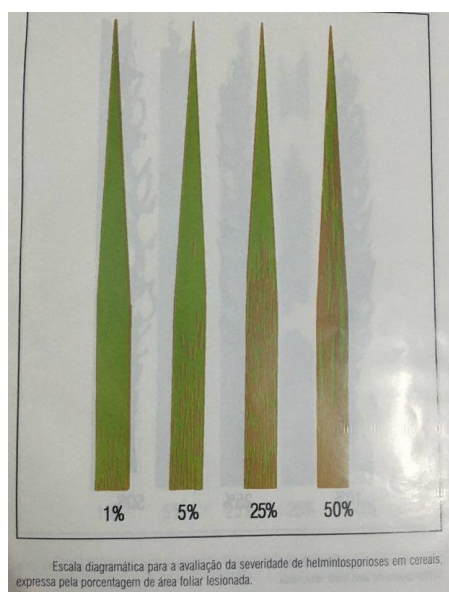
PINTO, N. F. J. de A. **Qualidade sanitária de grãos de milho**. Comunicado técnico, 30. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.

QUEIROZ, D. M.; DIAS, G. P.; MANTOVANI, E. C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: BORÉM, A. B.; GIÚDICE, M. P.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R., VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. T. (Eds.) **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p.1-42.

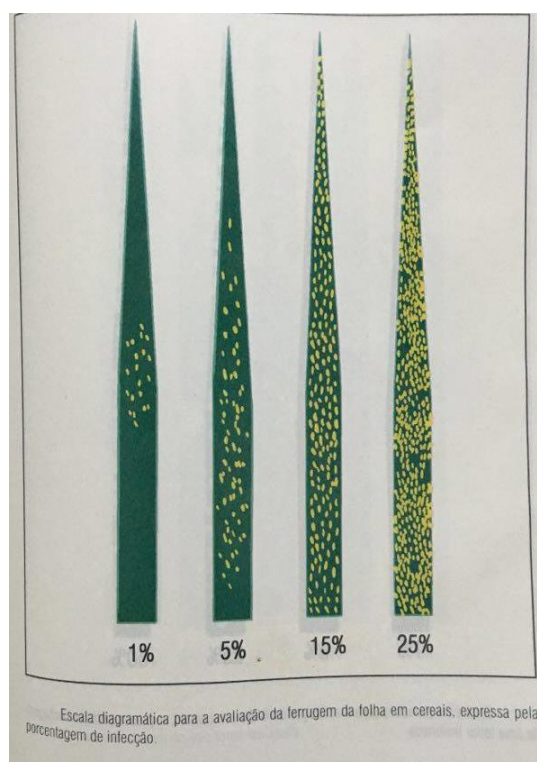
REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144 p.

VIEIRA, A. F.; NUNES, R. L. C.; TORRES, R. de A., DIAS, N. da S.; OLIVEIRA, A. B. de. Avaliação agronômica de híbridos de milho para silagem em baraúna, região semiárida nordestina. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 282-289, 2015.

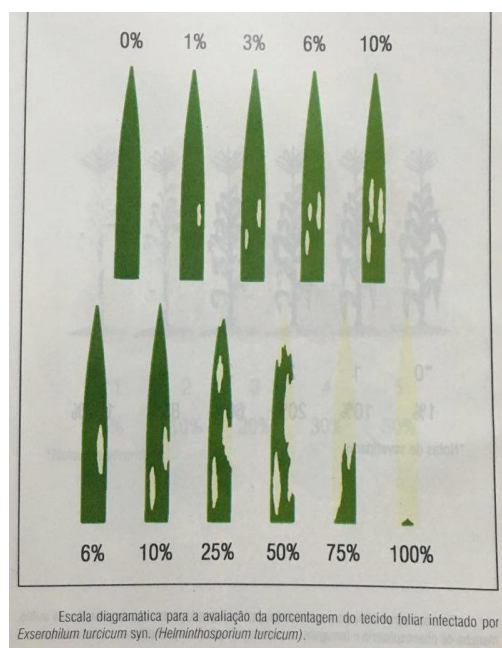
## ANEXOS



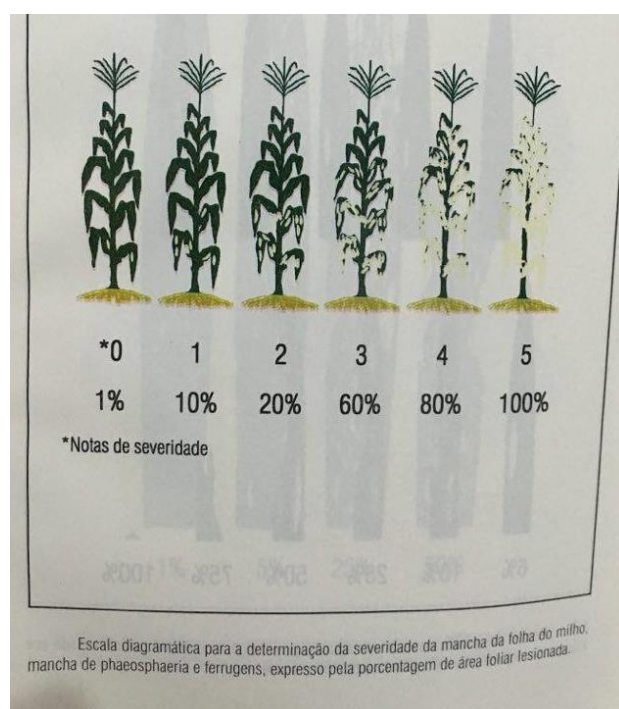
Anexo 1. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por helmintosporiose (AZEVEDO, 1997).



Anexo 2. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por ferrugem (AZEVEDO, 1997).



Anexo 3. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por *Exserohilium turcicum* (AZEVEDO, 1997).



Anexo 5. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada para manchas brancas (AZEVEDO, 1997).

## CAPITULO 5

### DESEMPENHO DA CULTURA DO MILHO FRENTE A TRATAMENTOS COM DIFERENTES FUNGICIDAS

#### RESUMO

Com o objetivo de avaliar o desempenho da cultura do milho (*Zea mays* L.) submetida a tratamentos com diferentes misturas de fungicidas dos grupos de estrobilurinas e triazóis, foi instalado um experimento na Fazenda Escola Capão da Onça, da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Para o teste de mistura de fungicidas o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos: testemunha; trifloxistrobina + tebuconazole; azoxistrobina + ciproconazole; piraclostrobina + epoxiconazole em 5 repetições. Foram realizadas avaliações de severidade das doenças semanalmente. Com os dados de severidade da doença foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença. Na ocasião da colheita foram separadas 10 espigas para avaliação dos componentes de produção. Destas espigas foram determinados o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira, o comprimento das espigas, o diâmetro das espigas, o diâmetro do sabugo, produtividade, massa de 1000 grãos e realizada a avaliação de grãos ardidos. Os dados obtidos nas avaliações foram comparados pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. A mancha branca foi a doença mais agressiva durante o período do experimento, com proporções relevantes de área foliar. Pela AACPD não houve diferença entre os tratamentos fungicidas. Para mancha de turcicum, os tratamentos que receberam tratamento fungicida apresentaram as menores AACPD de doença que os demais. A maior produtividade foi obtida com o tratamento fungicida com piraclostrobina + epoxiconazole. Os tratamentos que receberam fungicidas obtiveram as menores porcentagens de grãos ardidos.

**Palavras-chave:** fungicidas multisítios, piraclostrobina, triazol, *Zea mays*.

## CHAPTER 5

### PERFORMANCE CORN CROP FRONT OF TREATMENT WITH DIFFERENT FUNGICIDES

#### ABSTRACT

In order to evaluate the performance of corn compared to treatments with different mixtures of strobilurins and triazoles, an experiment was installed at the Farm School Capão da Onça – UEPG. The experimental design was randomized block design with 6 treatments: control; trifloxistrobin+tebuconazol; azoxistrobin+cirpoconazol; piraclostrobin+epoxiconazol in 5 repetitions. With the data of disease severity was calculated area under the disease progress curve. At the time of harvest they were separated 10 ears for evaluation of production components. These spikes were determined the number of rows per ear, number of kernels per row, the length of the ears, the diameter of the ear, the diameter of the cob, productivity, weight of 1000 grains and performed the assessment of damaged kernels. The data obtained in the evaluations were compared by Tukey test at 1% probability. The white spot was the most aggressive disease during the trial period, with significant proportions of leaf area of commitment. By AUDPC could not be verified statistical difference between fungicide treatments. For blotch, the treatments with fungicide treatment had lower disease rates than the others. With regard to productivity, the best treatment was composed of pyraclostrobin + epoxiconazole. The treatments with fungicides obtained the lowest average of burned grains in samples evaluated.

Keywords: multisite fungicide, pyraclostrobin, triazole, *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) está sujeita ao ataque de um grande número de doenças que podem ocasionar danos consideráveis em sua produtividade (CUNHA et al., 2010; JULIATTI et al., 2007). Entre estas, a cercosporiose causada por *Cercospora zeae-maydis* e a ferrugem comum causada por *Puccinia sorghi* são responsáveis por reduções significativas no rendimento da cultura. O impacto dessas doenças na cultura se deve ao fato dos patógenos colonizarem grande parte do tecido foliar, diminuindo a área fotossintetizante, levando à senescência precoce e, conseqüentemente, à redução da produtividade de grãos (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004, SILVA; SCHIPANSKI, 2007, BRITO et al., 2012; FARIA, et al., 2015).

A mancha de turcicum do milho, causada por *Exserohilum turcicum* ((Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs) é uma das principais doenças foliares do milho. Durante epidemias de *E. turcicum*, a incidência em plantas pode chegar a 100%, provocando reduções significativas do rendimento (GUIOMAR, 2011; ROSSI, REIS, BRUSTOLIM, 2015).

O patógeno *Colletotrichum graminicola* ((Cesati) Wilson (sin., *C. sublinealum* P. Henn), agente causal da antracnose, possui habilidade de infectar qualquer parte vegetativa, tais como: raiz, semente, colmo e folhas. Na folha, causa lesões necróticas e nos colmos lesões estreitas, encharcadas e pardo avermelhadas. A temperatura ótima para o desenvolvimento da antracnose em milho é 30°C, porém há variações em função da variedade utilizada. Lesões foliares podem servir como fonte de inóculo para infecções do colmo, que podem causar o tombamento da planta e conseqüentemente redução na produtividade de 18 a 40%. (COELHO et al., 2001).

Tradicionalmente, o manejo das doenças do milho era realizado através da utilização de cultivares resistentes associados a medidas culturais. A partir das últimas safras, as epidemias de cercosporiose e mancha de turcicum têm sido mais severas e tem-se verificado um aumento acentuado da utilização de fungicidas em lavouras comerciais destinadas à produção de grãos (COSTA et al., 2012).

Vários trabalhos têm demonstrado a eficiência dos fungicidas no manejo das doenças foliares e na redução dos danos por elas causadas na

produtividade da cultura do milho (CUNHA et al., 2010; JULIATTI et al., 2007; PINTO et al., 2004 ). Em 2000 surgiu uma nova classe de fungicida que tornou-se disponível para produtores de milho: os inibidores de quinona oxidase, conhecidos como estrobilurinas. A toxicidade desses fungicidas advém da inibição da cadeia respiratória, impedindo a cadeia bioquímica de transferência de elétrons no sítio da mitocôndria, interferindo na respiração dos fungos (BARTLETT et al., 2002).

O uso dos fungicidas de do grupo triazóis e as suas misturas com estrobilurina pode ser um método eficaz para controlar as doenças foliares e manutenção da saúde colheita, quando combinada com a aplicação momento certo, permitindo assim um aumento da produtividade de culturas (CASA; REIS; BLUM, 2004). No entanto, aplicações em fases pouco antes da pré-antese, como no V10, podem contribuir para inibir a germinação do inóculo inicial dos agentes patogênicos e assegurar que a cultura seja protegida e bem sucedido na sua produção (MORATELLI et al., 2015).

Atualmente com a junção de ideias relacionadas aos cuidados com a sociedade e com a natureza, muitos setores como o da economia e o da agricultura, começaram a dar maior ênfase à importância de medidas que sejam socialmente e ambientalmente adequadas e corretas, passando assim por processos de adaptação a esse novo conceito conhecido como sustentabilidade agrícola (GOMES; MELLO; MANGABEIRA, 2009; TROJAN; GUSMÃO, 2015).

A sustentabilidade envolve a habilidade de sistemas agrícolas conservarem-se produtivos a um longo prazo e obterem custos econômicos e ambientais aceitáveis para a sociedade. Este conceito tem sua base atrelada ao monitoramento, quantificação da doença, função do dano, nível de dano econômico, controle e o uso coerente de defensivos agrícolas (ZAMBOLIM; CONCEIÇÃO; SANTIAGO, 2008). Utilizar um agrotóxico que garantisse sanidade para a cultura já seria suficiente, mas o mercado conta com produtos que produzem efeitos fisiológicos que por vezes redefinam a produtividade. Manter a sanidade da cultura do milho é um desafio para manter a agricultura competitiva de uma das regiões mais tecnificadas do país (PATERNIANI, 2001).

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a severidade das doenças foliares e o rendimento da cultura do milho com aplicação de diferentes misturas de fungicidas dos grupos das estrobilurinas e dos triazóis.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar a melhor combinação de fungicida do grupo dos triazóis e das estrobilurina para controle das principais doenças na cultura do milho.

Analisar a ocorrência de grãos ardidos na cultura do milho submetida a tratamentos com fungicidas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 EXPERIMENTO À CAMPO

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola Capão da Onça, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa – PR, localizado sobre as latitudes e longitudes: 25°16'S, 50°16'W e altitude de 900 m com precipitação pluvial anual média de 1.550 mm.

A semeadura do milho foi realizada dia 07 de janeiro de 2014, com o híbrido 2B707 HX (híbrido simples, precoce) (DOW AGROSCIENCE, 2013) ajustada para 6 sementes m<sup>-1</sup>, com espaçamento entrelinhas de 80 cm, e população aproximada de 78.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Quanto ao tratamento de sementes, todas as sementes utilizadas para o experimento vieram previamente tratadas pela empresa detentora das sementes, com fludioxonil 2,5%, metalaxil 1%, lambda-cialotrina 3,75% e tiametoxan 21%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições (Tabela 1). Cada unidade experimental foi constituída por 6 linhas de plantas com 5,0 m de comprimento. A área útil da parcela para avaliações consistiu de plantas de 4 linhas centrais por 2,0 m de comprimento.

A adubação de base utilizada foi de 6 kg ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg ha<sup>-1</sup> de P e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K e a adubação de cobertura foi realizada no estágio V4 (quarta fola desenvolvida), com 135 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento com a cultura do milho (*Zea mays*), híbrido 2B707 HX. UEPG. Ponta Grossa-PR. 2014.

| Tratamentos                                 | Dose L ha <sup>-1</sup> | Época de aplicação*      |
|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Testemunha                                  | -                       | -                        |
| Nativo® (trifloxistrobina + tebuconazole)   | 0,75                    | 10-12 folhas (estádio 3) |
| PrioriXtra® (azoxistrobina + ciproconazole) | 0,30                    | 10-12 folhas (estádio 3) |
| Ópera® (piraclostrobina + epoxiconazole)    | 0,75                    | 10-12 folhas (estádio 3) |

\*Estádio fenológico descritos por Fancelli (1986). Fonte: Adapar (2014).

As doses de fungicidas utilizadas foram àquelas recomendadas pelos fabricantes, ajustadas para um volume de calda de 200 L. A aplicação foi realizada com equipamento pressurizado a CO<sub>2</sub>, com bico cônico cheio a 15 cm do ápice das plantas, de forma a garantir o molhamento da planta toda,

principalmente das folhas do cartucho, em 20 de fevereiro de 2015, com início às 7h00.

Desde a emergência, o milho foi monitorado para verificação dos primeiros sintomas das doenças, nos diferentes estádios de desenvolvimento com uso da escala de desenvolvimento da cultura do milho de Fancelli (1986).

As avaliações aconteceram a cada 7 dias após da primeira aplicação dos tratamentos. Foram avaliadas todas as doenças foliares presentes nas plantas: mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) (AZEVEDO, 1997). Para avaliação da severidade da antracnose foliar foi utilizada uma escala de notas proposta por Silva (1983) que varia de 1 a 6 com base no tipo de lesão (ANEXO 1).

Com os dados de severidade das doenças foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com auxílio da fórmula  $AACPD = \sum [(y_1 + y_2)/2] * (t_2 - t_1)$ , onde  $y_1$  e  $y_2$  são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A colheita foi realizada no dia 6 de junho de 2014, colhendo-se as espigas das plantas da área útil do experimento, sendo separadas 10 espigas para avaliação dos componentes de produção. Destas espigas foram determinados o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira, o comprimento das espigas, o diâmetro das espigas, o diâmetro do sabugo, massa de 1000 grãos, a umidade foi mensurada e corrigida para 13% de umidade para cálculo da produtividade e realizada a avaliação de grãos ardidos.

Desta amostra foi verificada a massa de 1000 grãos e também foi retirada sub-amostras de 250 gramas para avaliação de grãos ardidos, de acordo com a Portaria nº11, de 12/04/96 (BRASIL, 1996) conforme descritos em trabalhos realizados por Mendes (2009), Casa et al. (2007) e Pinto (2001), tendo-se como base de cálculo o número total de grãos e o número de grãos ardidos. Foram considerados grãos ardidos todos aqueles que continham pelo menos um quarto de sua superfície com descolorações, cuja matiz variou de marrom-claro à roxo ou vermelho intenso.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo software Sasm-Agri (CANTERI et al,

2001), e as médias quando significativas comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação à ocorrência de doenças que foram epidêmicas, diagnosticou-se: mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*). A mancha branca foi a doença mais agressiva durante o período do experimento (Tabela 2), apresentando comprometimento de área foliar. Pela AACPD não foi possível verificar diferença estatística entre os tratamentos, exceto quanto a testemunha que obteve as maiores médias de doença. Para mancha de turcicum, os tratamentos que receberam aplicação de fungicida, não diferiam estaticamente entre si, apresentando apenas diferença com relação ao tratamento testemunha.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso de mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e de mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) sobre a cultura do milho (*Zea mays*). UEPG. Ponta Grossa-PR. 2014.

| Tratamentos                       | <i>Phaeosphaeria<br/>maydis</i> | <i>Exserohilum<br/>turcicum</i> |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 Testemunha                      | 1295,0 a*                       | 159,6 a                         |
| 2 trifloxistrobina + tebuconazole | 905,1 b                         | 83,0 b                          |
| 3 azoxistrobina + ciproconazole   | 913,5 b                         | 56,0 b                          |
| 4 piraclostrobina + epoxiconazole | 894,6 b                         | 0,0 b                           |
| C.V. (%)                          | 4,95                            | 43,04                           |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. C.V.= coeficiente de variação.

Com relação às doenças de ocorrência natural, as que foram epidêmicas foram mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) e mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*). A mancha branca foi a doença mais agressiva durante o período do experimento (Tabela 2), apresentando comprometimento de área foliar. Pela AACPD não foi possível verificar diferença estatística entre os tratamentos, exceto quanto a testemunha que obteve as maiores médias de doença. Para mancha de turcicum, os tratamentos que receberam aplicação de fungicida, não diferiam estaticamente entre si, apresentando apenas diferença com relação ao tratamento testemunha.

É válido ressaltar que quando as doenças evoluíram, o período de ação dos produtos (carência) já havia findado e que não foram realizadas novas aplicações para controle de doenças. Em trabalho realizado por Costa et al. (2012) foi relatado pelos autores que não se conhecia resultados de pesquisa

quantificando o potencial de aumento da produtividade da cultura do milho com aplicações de estrobilurinas na ausência de doenças, ou seja, quantificando o potencial benefício em produtividade oriundo unicamente do efeito fisiológico das estrobilurinas (WISE; MUELLER, 2011).

Uma análise econômica da resposta de cultivares de milho submetidas, ou não, à aplicação de fungicidas tem sido apresentada em alguns trabalhos de pesquisa realizados nos Estados Unidos (PAUL et al., 2011; WISE; MUELLER, 2011). Verificou-se, nestes trabalhos, uma inconsistência do impacto dos tratamentos com estrobilurinas no rendimento das cultivares, quando se compararam áreas pulverizadas com fungicidas e áreas não pulverizadas. Fatores como o nível de resistência da cultivar, pressão de doenças, época de aplicação, sistema produtivo, fungicida utilizado e condições climáticas podem interferir no resultado da aplicação dos fungicidas no rendimento das cultivares de milho. Um entendimento melhor desses fatores é necessário antes da recomendação da aplicação destes fungicidas.

De acordo com Jardine e Laca-Buendia (2009), os danos causados pelas doenças foliares na cultura do milho são diretos, pois reduzem a área foliar, deixando a planta mais debilitada e vulnerável à entrada de outros patógenos. Contudo, nas últimas décadas, ocorreu elevação da frequência de doenças foliares na cultura do milho, fato que originou prejuízos econômicos em diversas regiões do Brasil.

Pinto (2004) e Cunha et al. (2010) comprovaram a eficácia de fungicidas dos grupos químicos triazóis e estrobilurinas na redução da severidade de doenças do milho e na manutenção da produtividade.

Sobre os componentes de produção foi possível observar que não houve quaisquer diferenças significativas entre os quesitos comprimento da espiga e diâmetros da espiga e do sabugo, independente do tratamento (Tabela 3). O mesmo foi observado para número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira (Tabela 4).

Tabela 3. Comprimento de espiga, diâmetro da espiga e do sabugo, como componentes de produção de experimento sobre a cultura do milho (*Zea mays*). UEPG. Ponta Grossa-PR. 2014.

| Tratamentos                     | Comprimento da espiga (cm) | Diâmetro da espiga (cm) | Diâmetro do sabugo (cm) |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| testemunha                      | 15,2 ns                    | 4,1 ns                  | 1,7 ns                  |
| trifloxistrobina + tebuconazole | 15,2                       | 4,5                     | 1,9                     |
| azoxistrobina + ciproconazole   | 15,6                       | 4,5                     | 1,6                     |
| piraclostrobina + epoxiconazole | 16,7                       | 4,6                     | 1,6                     |
| C.V. (%)                        | 11,72                      | 11,18                   | 16,52                   |

ns= não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação.

Segundo Magalhães et al. (2003) comprimento de espiga é definido do estádio V12 até o estádio V17, também é o início do período mais crítico da cultura, onde o mesmo se estende até a polinização. Devido ao comprimento da espiga ser definido nesse estádio, qualquer stress ou deficiência relacionado a umidade, nutrientes e doenças, pode causar sérios problemas ao comprimento das espiga e também número potencial de grãos.

Silva et al. (2012) no trabalho realizado avaliando o desempenho agrônomo de genótipos de milho sob condições de restrições hídricas, constataram que o comprimento de espiga obtido com altos valores de deficiência hídrica foi inferior aos apresentados nesse trabalho, cuja as condições ambientais foram altamente favoráveis para o seu desenvolvimento.

Resultados similares aos dados do presente experimento também foram encontrados por Farinelli et al. (2003), em seu trabalho avaliando componentes de produção em diferentes cultivares comerciais de milho, apresentando altura de planta e altura de espiga semelhantes.

Segundo Fornasieri (1992) a formação do sabugo, está ligado ao estádio V5, coincidentemente o período de polinização da cultura do milho. Esse período tem duração de cinco a oito dias, tendo como as condições climáticas ideais valores como 60% ou mais de umidade e temperaturas de 17 a 18°C, além da disponibilidade de nutrientes e água.

De acordo com Ritchie, Hanway e Benson (2003) no estádio R2 o sabugo já está com sua formação completa. Como este ano foi atípico quanto às condições climáticas, muito quente e pouco úmido, não houve favorecimento do desenvolvimento de doenças, o que de certa forma resguardou a planta e por isso ela manteve as características de seu fenótipo,

àquelas já garantidas pelo genótipo. Fato este comprovado por Silva et al. (2012) em trabalho realizado com diversas cultivares de milho, sobre diferentes condições de restrição hídrica, onde o resultado obtido foi muito inferior aos dados do presente trabalho.

Conforme estudos realizados por Magalhes et al. (2003), Fancelli (2003) e Ritchie, Hanway e Benson (2003), o número de fileiras de grãos é definido entre os estádios V4 e V8 com sua total definição no estágio V12. Dados semelhantes aos obtidos nesse trabalho, tanto para os resultados de números de fileiras quanto para o número de grãos por fileiras foram encontrados por Jacumazo (2013).

Em relação a massa de 1000 grãos (Tabela 4), foi possível observar diferença entre os tratamentos, houve superioridade estatística do tratamento com trifloxistrobina + tebuconazole. Não houve diferença significativa entre a testemunha e os demais tratamentos utilizados neste trabalho (Tabela 4).

Tabela 4. Número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de 1000 grãos, como componentes de produção de experimento sobre a cultura do milho (*Zea mays*). UEPG. Ponta Grossa-PR. 2014.

| Tratamentos                       | Nº de fileiras<br>por espiga | Nº de grãos<br>por fileira | Massa de<br>1000 grãos |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 testemunha                      | 15,2 ns                      | 28,2 ns                    | 341,5 b*               |
| 2 trifloxistrobina + tebuconazole | 14,4                         | 29,6                       | 385,0 a                |
| 3 azoxistrobina + ciproconazole   | 15,4                         | 31,2                       | 345,0 b                |
| 4 piraclostrobina + epoxiconazole | 14,8                         | 36,2                       | 348,8 b                |
| C.V. (%)                          | 16,7                         | 8,03                       | 3,19                   |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras em coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; ns= não significativo; C.V. =coeficiente de variação.

Com relação à produtividade (Tabela 5), verificou-se superioridade estatística do tratamento fungicida composto por piraclostrobina + epoxiconazole (tratamento 4) sobre os demais tratamentos. Não foram observadas diferenças significativas entre os fungicidas dos tratamentos 2 e 3. O tratamento testemunha foi estatisticamente igual apenas ao tratamento com a trifloxistrobina + tebuconazole.

Tabela 5. Produtividade e porcentagem de grãos ardidos, sobre experimento com a cultura do milho (*Zea mays*). UEPG. Ponta Grossa-PR. 2014.

| Tratamentos                     | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | Grão ardido (%) |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Testemunha                      | 6978,0 c*                            | 10,8 a          |
| Trifloxistrobina + tebuconazole | 7696,0 bc                            | 3,6 b           |
| Axoxistrobina + ciproconazole   | 8134,0 b                             | 2,2 b           |
| Piraclostrobina + epoxiconazole | 9892,0 a                             | 3,0 b           |
| C.V. (%)                        | 5,3                                  | 39,3            |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras em coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. C.V.= coeficiente de variação.

No trabalho de Costa et al. (2012) a aplicação de fungicida resultou em aumento de produtividade em várias cultivares de milho em todos os experimentos conduzidos. No entanto, em diversas situações, esses aumentos não resultaram em benefício econômico, ou seja, o aumento de produtividade foi menor que o custo requerido para a realização da aplicação do fungicida. A obtenção de benefício econômico positivo da aplicação de fungicida não depende apenas da redução dos danos a produtividade, mas, também, do custo necessário para a aplicação do fungicida e do preço de mercado da saca de milho. Esses fatores podem apresentar variação de região para região e ao longo do tempo de acordo com as oscilações de mercado.

Em relação a avaliação de grãos ardidos (Tabela 5), o tratamento testemunha apresentou a maior porcentagem de grãos ardidos por amostra analisada. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos que receberam fungicidas (tratamentos 2, 3 e 4), com as menores porcentagens de grãos ardidos nas amostras.

Os grãos ardidos, constituem-se, num dos principais problemas de qualidade do milho, devido à possibilidade da presença de micotoxinas, tais como aflatoxinas (*Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*), fumonisinas (*Fusarium moniliforme* e *F. subglutinans*), zearalenona (*Fusarium graminearum* e *F. poae*), vomitoxinas (*Fusarium moniliforme*), toxina T-2 (*Fusarium sporotrichioides*), entre outras. As perdas qualitativas por grãos ardidos são motivos de desvalorização do produto e uma ameaça à saúde dos rebanhos e humana (JULIATTI et al., 2007). Como padrão de qualidade têm-se, em algumas agroindústrias, a tolerância máxima de 6% para grãos ardidos em

lotes comerciais de milho, padrão este extrapolado no tratamento sem fungicidas deste trabalho.

No entanto os dados deste trabalho conflitam aqueles obtidos por Lanza et al. (2016) onde a incidência de grãos ardidos e de fungos fitopatogênicos, assim como os teores de fumonisinas totais em grãos de milho, não foi influenciada pela aplicação de fungicidas, independentemente do número de aplicações e do ciclo da cultura.

## 5 CONCLUSÃO

Nenhuma das épocas de inoculação de *Colletotrichum graminicola* obtiveram resultados quanto à ocorrência da antracnose foliar.

A mancha branca foi a doença mais agressiva durante o período do experimento, com proporções relevantes de área foliar. Não houve efeito da aplicação de fungicidas.

Para mancha de turcicum, os tratamentos que receberam fungicida apresentaram as menores AACPD de doença.

A maior produtividade foi obtida com aplicação de piraclostrobina + epoxiconazole. Os tratamentos que receberam fungicidas obtiveram as menores porcentagens de grãos ardidos.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: LASA, 1997.

BARTLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.; PARR-DOBRZANSKI, B. The strobilurin fungicides. **Pest Management Science**, n. 58, p. 649-662. 2002.

BRASIL. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. **Estabelece critérios complementares para classificação do milho**. Diário oficial da União, Brasília, Seção 1. n.72, p. 6231, 1996. Disponível em: < [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/Metodos%20IQA/POV/MET%20LACV%2006-02%20Classificacao%20fisica%20de%20MILHO.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Laborat%C3%B3rios/Metodos%20IQA/POV/MET%20LACV%2006-02%20Classificacao%20fisica%20de%20MILHO.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2015.

BRITO, A.; PEREIRA, J. L.; VON PINHO, R.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2012. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n1p49-59>.

CAMPBELL, C. L. E MADDEN, L. W. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York, Wiley, USA: John Wiley & Sons. 1990.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM – Agri: Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas pelos Métodos Scott – Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24. 2001.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. C. **Quantificação de danos causados por doenças em milho**. In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, 1, 2005. Viçosa – MG: Folha de Viçosa Ltda., p. 43-59. 2005.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado de doenças do milho em plantio direto**. Viçosa, MG, p. 45-72, 2004.

CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. de A. **Doenças na cultura do milho**. Circular Técnica 83. Sete lagoas, MG. 2006.

COÊLHO, R. M. S.; SILVA, H. P.; BRUNELLI, K. R.; CAMARGO, L. E. A. Controle monogênico da antracnose foliar em milho. **Fitopatologia Brasileira**. v. 26, p. 640-643. 2001.

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; LANZA, F. E. Efeito da podridão de colmo, causada por *Colletotrichum graminicola*, na produção da

cultura do milho. **Circular Técnica 120**. Sete Lagoas, MG: Embrapa. Dezembro, 2009.

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da, MEIRELLES, W. F.; LANZA, F. E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. **Tropical plant pathology**, Brasília, v.37, n.4, p. 246-254, ago. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-56762012000400003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762012000400003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 set. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762012000400003>.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. Cultivo de Milho. 6. ed. **Embrapa Milho e Sorgo**. Set. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm)>. Acesso em: 17 set. 2015.

CUNHA, J. P. A. R. da; SILVA, L. L. da; BOLLER, W.; RODRIGUES, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3. Fortaleza, jul/set. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000300007>.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 360 p. 2004.

FAPRI. Center for Agricultural and Rural Development – Iowa State University. World Agricultural Outlook Briefing Book. **Crop Outlook**, p. 22-25, 2010.

FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; POSSATTO JUNIOR, O.; RIZZARDI, D. A.; GRALAK, E.; SILVA, C. A.; RIOS, C. M. D. Análise dialética da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas....**Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 123-134, jan./fev. 2015.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônomo de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 235-241, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v62n2/v62n2a08.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

FORNASIERI, D. F. **A cultura do milho**. Jaboticabal, FUNEB, 1992. 273 p.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S. de; MANGABEIRA, J. A. de C. **Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados**. Niterói(RJ)/Campinas(SP): Embrapa, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010174382009000100002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010174382009000100002)>. Acesso em: 16 mai. 2014.

GROSSMAN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicide strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, v. 50, p. 11-20. 1997.

GUIOMAR, P. M. C. N. **Avaliação do comportamento de cultivares de milho na presença da helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum***. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 2011.

JACUMAZO, E. **Influência dos diferentes níveis de desfolha na produtividade da cultura do milho**. 2013. 38 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa, 2013.

JARDINE, D. F.; LACA-BUENDÍA, J. P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, v.23, p. 34-41. 2007.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; QUEIROZ, V. A. V.; PARREIRA, D. F.; MENDES, S. M.; SOUZA, A. G. C.; COTA, L. V. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumonisinas totais em milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.5, p.638-646, mai. 2016. doi: 10.1590/S0100-204X2016000500026.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. Circular técnica 22. 2003. Disponível em: <[http://alexandrecaastro.com.br/ArquivosNOTEBOOK/DiscoC/Downloads/Circ\\_22.pdf](http://alexandrecaastro.com.br/ArquivosNOTEBOOK/DiscoC/Downloads/Circ_22.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2016.

MENDES, M. C. **Micotoxinas, aspectos químicos e bioquímicos relacionados a grãos ardidos em híbridos de milho**. 2009. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Lavras: Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

MORATELLI, G.; KAEFER, K. A. C.; ERTEL, F.; VOGT, R. T.; FERREIRA, S. D.; EGEWARTH, V. A.; MATTEI, E.; ROSA, W. B.; EGEWARTH, J. F. Effect of fungicide application times in the control management of leaf foliar diseases in maize. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n. 38, p. 3686-3695. 2015. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/7D2ED6C55553>>. Acesso em: 4 set. 2016. Doi: 10.5897/AJAR2015.9984.

PARREIRA, D. F. **Métodos de inoculação e variabilidade de *Colletotrichum graminicola* em milho**. 2012. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2012.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos avançados**, v.15, n.43, São Paulo, set./dez., 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142001000300023](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000300023)>. Acesso em: 23 mar. 2015.

PAUL, P. A.; MADDEN, L. V.; BRADLEY, C. A.; ROBERTSON, A.; MUNKVOLD, G.; SHANER, G.; WISE, K.; MALVICK, D.; ALLEN, T. W.; GRYBAUSKAS, A.; VINCELLI, P.; ESKER, P. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. corn belt. **Phytopathology**, v.101, p.1122-1132. 2011.

PINTO, N. F. J. de A. **Qualidade sanitária de grãos de milho**. Comunicado técnico, 30. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.

PINTO, N. F. J. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 134-138, 2004.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel,. 144 p. 2004.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. 2003. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/\\$FILE/Encarte103.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/$FILE/Encarte103.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2016.

ROSSI, R. L. de; REIS, E. M.; BRUSTOLIN, R. Morfologia de conídios e patogenicidade de isolados de *Exserohilum turcicum* da Argentina e do Brasil em milho. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 41, n. 1, p. 58-63, 2015. doi: 10.1590/0100-5405/1948.

RUSKE, R. E.; GOODING, M. J.; JONES, S. A. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. **Journal of Agricultural Science**, v. 140, p. 395-407, 2003.

SILVA, H. P. **Herança da resistência à antracnose foliar em milho (*Zea mays* L.) e métodos de avaliação**. 1983. Dissertação (Mestrado em Agricultura)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 1983.

SILVA, M. R.; MARTIN, T. N.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; VONZ, D. Desempenho agrônômico de genótipos de milho sob condições de restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, Lisboa, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/pdf/rca/v35n1/v35n1a20.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho**. 2. ed. Castro: Fundação ABC, 116 p. 2007.

TROJAN, D. G.; GUSMÃO, F. S. Importância dos fungicidas na agricultura moderna. **Revista Technoeng**, v.1, n. 12, p.1-46, 2015.

VENÂNCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E., SOUZA, N. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publicatio UEPG**, v. 9, p. 59-68. 2003.

VINCELLI, P. QoI (strobilurin) fungicides: benefits and risks. **Plant Health Instructor**, 2002. doi: 10.1094/PHI-I-2002-0809-02.

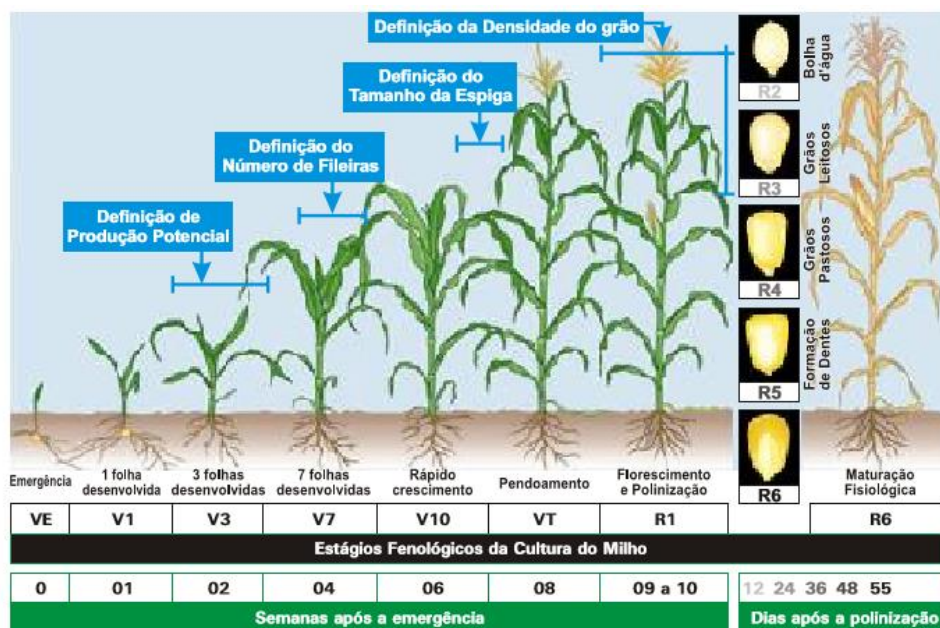
ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z. da; SANTIAGO, T. (Ed.). **O que engenheiros Agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 3. ed. rev. Viçosa: UFV, 2008.

WISE, K.; MUELLER, D. Are fungicides no longer just for fungi? An analysis of foliar fungicide use in corn. **APSnet Features**, 2011. doi:10.1094/APSnetFeature-2011-0531.

WU, Y.; VON TIEDEMANN, A. Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. **Environmental Pollution**, n.116, p. 37-47, 2002.

WU, Y.; VON TIEDEMANN, A. Physiological effect of azoxystrobin and epoxiconazole on senescence and the oxidative status of wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, n. 71, p. 1-10, 2001.

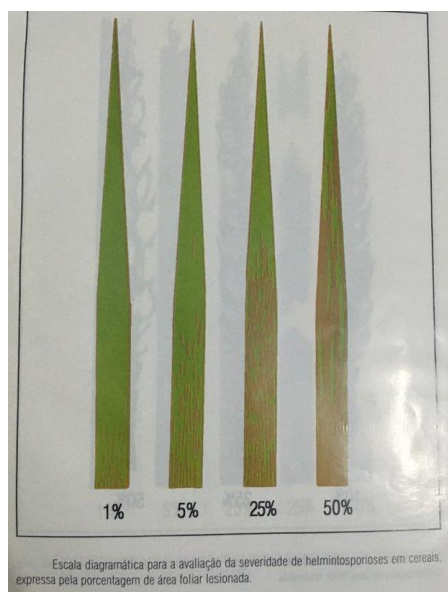
## ANEXOS



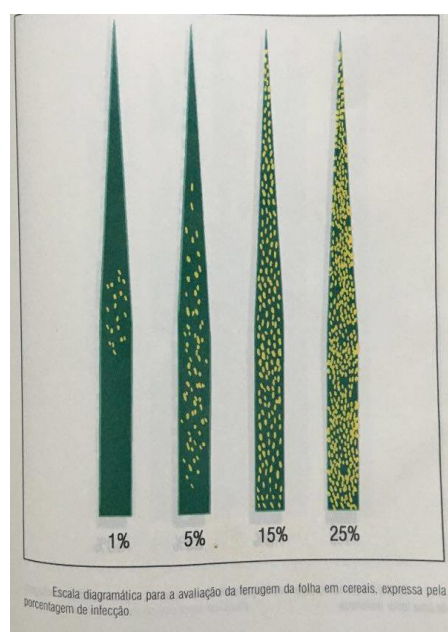
Anexo 1. Estádios de desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays*). Adaptado de Facncelli (1986).

Anexo 2. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por *Colletotrichum graminicola* (SILVA, 1983).

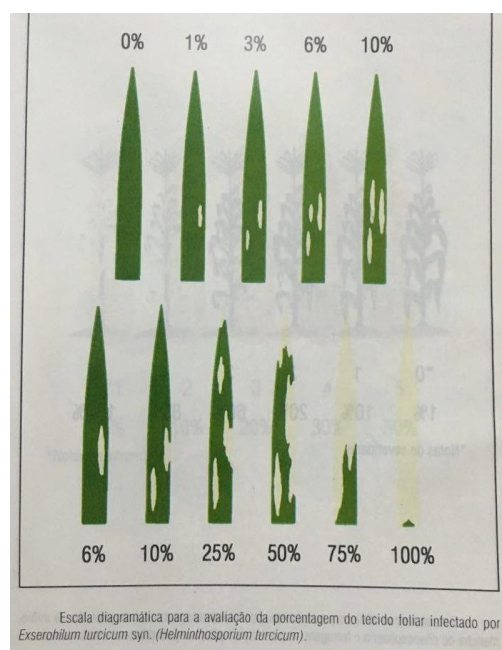
| Nota | Tipo de reação           | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Altamente resistente     | Presença de pontos cloróticos, "flecks", lesões necróticas em forma de ponto de até 1 mm.                                                                                                                                                                                  |
| 2    | Resistente               | Pontos necróticos e pequenas lesões clorótico/ necróticas de até 3 mm de comprimento, formato de circular a oval, ausência de esporulação.                                                                                                                                 |
| 3    | Moderadamente resistente | Lesões necróticas de 3 a 10 mm de comprimento por 2 a 3 mm de largura, com halo ligeiramente clorótico; lesões de formato circular à alongado; parte central da lesão de cor castanho claro e bordo da lesão de cor castanho escuro e bem definido; com pouca esporulação. |
| 4    | Moderadamente suscetível | Lesões necróticas de 10 a 40 mm de comprimento; forma circular à alongado ou irregular; parte central da lesão de cor marrom clara, com bordos marrom claro à escuro, apresentando coalescência entre lesões; com pouca esporulação.                                       |
| 5    | Suscetível               | Lesões necróticas de 40 a 60 mm, pouca clorose ao redor da lesão; formato circular à oval assim como irregular; parte central da lesão castanho escura com bordos menos definidos; apresentando esporulação do patógeno e coalescência entre lesões.                       |
| 6    | Altamente suscetível     | Queima; confluência de lesões necróticas abrangendo de 60 a 150 mm; ausência de halo clorótico; abundante encharcamento e esporulação.                                                                                                                                     |



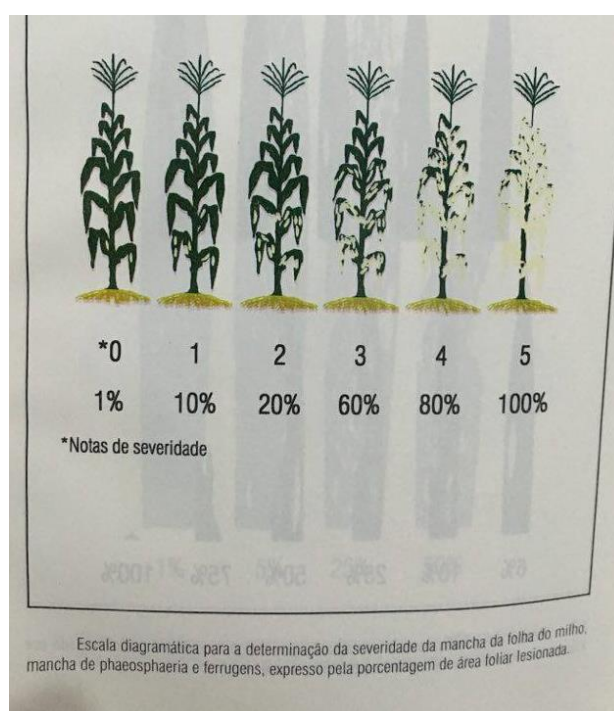
Anexo 3. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por helmintosporiose (AZEVEDO, 1997).



Anexo 4. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por ferrugem (AZEVEDO, 1997).



Anexo 5. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada por *E. turcicum* (AZEVEDO, 1997).



Anexo 6. Escala de notas baseada no tipo da lesão em folhas de milho (*Zea mays*) causada para manchas brancas (AZEVEDO, 1997).

## CAPITULO 6

### MAPEAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS NA SAFRA 2011-2012 QUANTO À DOENÇAS

#### RESUMO

O avanço da diversidade das doenças na cultura do milho (*Zea mays*), com ênfase sobre a Região dos Campos Gerais no Paraná, tem sido preocupação para os agricultores em virtude do comprometimento da produtividade. Em função disso, foi objetivo deste trabalho avaliar a ocorrência de doenças foliares na cultura do milho em diversas localidades dos Campos Gerais e seu impacto na produtividade. Para isso foram instalados 14 campos experimentais com diversos híbridos de milho, durante a safra agrícola 2011/2012. O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi de blocos casualizados com 4 repetições. As avaliações realizadas foram: contagem do estande inicial e final; número de plantas dominadas e dureza do colmo; severidade das doenças; produtividade; massa de 1000 grãos e avaliação de grãos ardidos. Com os dados de severidade calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Sobre a avaliação de plantas dominadas, verificou-se maior percentual nos experimentos precoces. Com relação à dureza do colmo, o ponto comum quanto à qualidade dentre os experimentos foi o híbrido AS 1551 VT PRO, entre os materiais super precoces. Entre o material tardio e os precoces, os resultados foram específicos para cada localidade. Para AACPD de ferrugem comum o híbrido P 32R22 H foi o mais sensível nos três experimentos instalados no tardio. Já dentre os materiais precoces avaliados, os patógenos que causaram doenças foliares no período do experimento foram: *Puccinia sorghi*, *Phaeosphaeria maydis*, *Exserohilum turcicum* maior severidade da doença em 6 dos 9 experimentos, e também foi o mais sensível no experimento instalado com materiais tardios. Para a mancha branca, nos três experimentos super precoces, o híbrido P 32R22 H foi coincidente quanto uma das maiores severidades e o híbrido AG 9020 VT PRO apresentou a menor AACPD para esta doença. Já nos experimentos precoces, o híbrido P30K64 esteve entre os mais avariados entre 8 dos 9 campos experimentais, seguido do híbrido BG 7046 HX, que se destacou com maior AACPD em 5 dos 9 campos. Com relação à cercosporiose, aqueles que apresentaram maiores AACPD e se repetiram nas localidades foram BG 7046, em 6 das 9 propriedades e P 30K64 H. Para a mancha de turcicum verificou-se que nas áreas super precoces, o híbrido AG 9020 VT PRO, foi aquele que menos suscetível à doença, enquanto que as maiores AACPD aconteceram entre os híbridos D 2 A 106, P 32R22 e CELERON TL. Para as demais áreas experimentais o híbrido que mais se repetiu com uma das maiores AACPD foi

P 40K64 H. Quanto à ocorrência de grãos ardidos, estes foram verificados em todas as amostras de todos os experimentos, porém em índices baixos. A importância do mapeamento das doenças nas diferentes regiões produtoras de milho reside na possibilidade de recomendação da semeadura de cultivares mais resistentes nas regiões mais favoráveis às doenças mais severas.

**Palavras-chave:** ferrugens, híbrido, manchas brancas, *Zea mays*.

## CHAPTER 6

### MAPPING OF CORN HYBRIDS IN THE REGION OF CAMPOS GERAIS IN CROP 2011-2012 ON DISEASES

#### ABSTRACT

The advancement of diversity of diseases in maize cultivation, with emphasis on the region of Campos Gerais in Paraná, has been a concern for farmers because of impaired productivity. Because of this, the aim of this study was to evaluate the incidence of leaf diseases in maize cultivation in various locations of Campos Gerais and its impact on productivity. For that they were installed 14 experimental fields with several hybrids of corn during harvest 2011/2012. The experimental design used in all experiments was randomized blocks with four repetitions. The assessments carried out were: the initial and final stand count; number of overdue plants and hardness of the stem; AUDPC of the diseases; productivity; the weight of 1000 kernels and evaluation of damaged kernels. The mean when significant were compared by Scott-Knott test at 1% probability. On the evaluation of past due plants, there was a higher percentage in the early experiments. Regarding the hardness of the stem, the common point for quality among the experiments was the AS 1551 VT PRO hybrid, among the super early materials. Among the early and later material, the results were specific for each location. Among the early and late material, the results were specific for each location. The diseases and *Cercospora zeae-maydis*. For rust AUDPC the results indicate that the most sensitive hybrid in the three experiments was installed in the late was P 32R22 H. Among the early materials evaluated, the hybrid P 30K64 was the one that got foliar that occurred in the experimental period were: *Puccinia sorghi*, *Phaeosphaeria maydis*, *Exserohilum turcicum* greater severity of disease in 6 of the 9 experiments, and was also the most sensitive in the experiment installed in late materials. About AUDPC for white spot, in the three super early experiments, the hybrid P 32R22 H was coincident as one of the greatest severities and the hybrid AG 9020 VT PRO presented the best health for this disease. In the early experiments, the hybrid P30K64 was among the most damaged between 8 of 9 field trials, followed by hybrid BG 7046 HX, which stood out with higher AUDPC in 5 of 9 fields. Regarding the AUDPC for gray leaf spot, those showing the highest AUDPC and were repeated in the locations were BG 7046, in 6 of the 9 properties and P 30K64 H. For AUDPC blotch, it was found that in the super early areas, the hybrid AG 9020 VT PRO was the one that responded best to the disease, while the largest areas occurred between hybrids D 2 A 106, P 32R22 and CELERON TL. A importância do mapeamento das doenças nas diferentes regiões produtoras de milho reside na possibilidade de recomendação da semeadura de cultivares mais resistentes nas regiões mais favoráveis às doenças mais severas. For the other experimental areas, the hybrid that most repeated itself as one of the largest AUDPC was P 40K64 H. As for the occurrence of damaged kernels,

these were found in all samples of all experiments, however in low rates. The importance of diseases mapping in different regions that produce corn is the possibility of recommendation of more resistant sowing of cultivars in the most favorable regions to more severe diseases.

**Keywords:** rusts, hybrid, white spots, *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é sem dúvida, um dos pilares no agronegócio brasileiro, tanto para produtores como para empresas das áreas de sementes, e até para as empresas de agrotóxicos. Mesmo com o cenário otimista para o milho no agronegócio, devido ao aumento do consumo de carne e também das exportações (MAGALHÃES; DURÃES, 2012), há questões limitantes no que tange a produção do grão, dentre os quais os fitopatógenos são os mais relevantes.

As doenças na cultura do milho vêm ganhando expressividade a cada dia, ocasionando problemas na relação fotossintética o que resulta em dificuldades na relação fonte-dreno da planta; bem como em possíveis danos na espiga. Neste contexto, a ocorrência de doenças vem se tornando a cada ano mais intensa, causando elevados prejuízos aos milhocultores, devido a algumas condições como: aumento de área cultivada, uso de cultivares suscetíveis, e ainda ampliação das épocas de cultivo (safrinha) (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2006).

Em regiões que adotam o plantio direto na palha, doenças fúngicas associadas à cultura do milho ganham importância maior, já que esta é uma opção na rotação de culturas, além da possibilidade de ser uma cultura de safrinha. A lenta degradação da palha, serve de fonte de inóculo para aqueles patógenos. Em estudo realizado por Kuhnem Junior et al. (2012), os autores verificaram e comprovaram a incidência de fungos sobre substratos com as culturas do sorgo, trigo, aveia preta e cevada. Esses resultados são fundamentais, no planejamento do manejo de culturas no tocante à rotação de culturas na Região dos Campos Gerais.

O aumento da área cultivada de milho sob semeadura direta na palha proporcionou uma alteração no microclima e na biologia do agroecossistema, com implicação nas populações dos agentes causais das doenças do milho (REIS; CASA; BRESOLIN, 2004). No milho, tradicionalmente destacam-se as podridões de espiga e de colmo, que trazem sérios danos a produtividade, que podem ser agravadas com o avanço das doenças foliares.

Apesar do milho ser considerada uma planta bastante tolerante à ação dos agentes de estresse (bióticos ou abióticos), tem manifestado significativa

vulnerabilidade à incidência de patógenos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004) e com isso comprometido a produtividade da cultura (PEREIRA; CARVALHO; CAMARGO, 2005). Desde o final da década de 90, observa-se um aumento significativo na incidência e na severidade das doenças do milho no Brasil, resultando em danos a produtividade da cultura nas principais regiões produtoras do país (JULIATTI et al., 2007; PINTO; ANGELIS; HABE, 2004).

Dentre as principais doenças foliares da cultura do milho no Brasil, merecem destaque o complexo de manchas brancas formadas por: cercosporiose, as manchas branca e de turcicum, assim como as ferrugens: polissora, branca e a comum (COSTA; COSELA; COTA, 2009).

As podridões da espiga envolvem o ataque direto dos fungos aos grãos que podem exibir sintomas da colonização. Alguns grãos com essa sintomatologia são denominados de grãos ardidos, pois apresentam descoloração de pelo menos um quarto do tegumento. Normalmente os grãos de coloração cinza a pardo-escuro estão colonizados por *Stenocarpella*; grãos arroxeados ou avermelhados por *Fusarium*; grãos azul-esverdeados por *Penicillium*; grãos com pontos negros predominantes na base e gérmen por *Nigrospora*; grãos com estrias pó *Penicillium*, *Fusarium* e *Acremonium* (DANELLI; VIANA; CERBARO, 2011; PINTO, 2005).

A qualidade de grãos de milho geralmente é afetada pela quantidade de grãos ardidos. Nos grãos ardidos ocorre a presença de fungos que podem produzir micotoxinas, consideradas metabólitos tóxicos secundários e que afetam o valor econômico do grão e valor nutricional da ração (SCUSSEL, 2000).

O controle das podridões de grãos envolve ações integradas, dentre elas destacam-se o manejo dos restos culturais, a rotação de culturas e a utilização de cultivares resistentes (MENDES et al., 2011). Porém, tem se tornado prática comum, a utilização por parte de alguns agricultores, de híbridos com resistência variada, fazendo com que a importância dessas doenças aumente a cada safra (CASA; REIS; ZAMOLIM, 2006).

Tradicionalmente, o manejo das doenças na cultura do milho tem sido realizado através da utilização de cultivares resistentes associadas a medidas culturais. A partir do ano 2000, grande ênfase tem sido dada ao controle de

doenças através da aplicação de fungicidas. Há alguns anos, a utilização de fungicidas para o manejo de doenças na cultura do milho era restrita a campos de produção de sementes e de milhos especiais, como milho pipoca e milho doce. Nos últimos oito anos, entretanto, tem-se verificado um aumento acentuado da utilização de fungicidas em lavouras comerciais destinadas à produção de grãos (COSTA; COTA, 2009).

Como os programas de melhoramento de milho são muito dinâmicos, produzindo um grande número de novos híbridos anualmente, avaliar o comportamento desses materiais em relação a doenças, não só para direcionar futuros trabalhos de melhoramento visando à obtenção de híbridos resistentes, como também verificar o comportamento desses patógenos frente a diferentes ambientes (PINHO et al., 2001).

Levando-se em conta a expressão da cultura e o advento de doenças potenciais para a cultura, é necessário que se conheça essa realidade *in loco*, de forma a reavaliar o cenário do milho na região dos Campos Gerais do Estado do Paraná, tão comprometida com a produção e produtividade da cultura do milho, de forma que as doenças não sejam um impedimento para sua semeadura.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a ocorrência de doenças foliares na cultura do milho em diversas localidades dos Campos Gerais e seu impacto na produtividade.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar screening com diversos híbridos e verificar a suscetibilidade por localidade.

Buscar estabelecer o impacto de plantas dominadas nos experimentos.

Avaliar a dureza do colmo dos materiais em experimento nas diferentes localidades e relacionar com os demais fatores avaliados.

Verificar a ocorrência de grãos ardidos nos diferentes híbridos utilizados nos experimentos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados 14 experimentos de comparação (conhecidos na área de melhoramento genético como screenings) com diversos híbridos de milho, indicados pelos detentores das sementes, de acordo com a altitude de cada área experimental durante a safra agrícola 2011/2012, com a finalidade de mapear as doenças do milho na Região dos Campos Gerais do Paraná.

As propriedades agrícolas onde foram conduzidos estes experimentos estão distribuídas entre diferentes municípios da Região dos Campos Gerias no Paraná e a descrição da instalação e condução dos experimentos está distribuída de acordo com o ciclo e ordem cronológica de semeadura dos materiais (Tabelas 1 e 2).

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi de blocos casualizados e cada unidade experimental foi formada por 6 linhas de 10 metros de comprimento com 4 repetições por híbrido utilizado. A população utilizada respeitou a recomendação técnica dos detentores das sementes para cada época (Tabelas 3 a 14).

Tabela 1. Descrição das informações relativas às áreas onde foram instalados os experimentos de milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, safra 2011/2012.

| Propriedade     | Época de semeadura | Data de semeadura | Espaçamento (m) | Altitude (m) |
|-----------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 1 Tibagi        | Super precoce      | 25 ago. 2011      | 0,80            | 1000         |
| 2 Arapoti       | Super precoce      | 25 ago. 2011      | 0,80            | 800          |
| 3 Tibagi        | Super precoce      | 29 ago. 2011      | 0,80            | 800          |
| 4 Arapoti       | Ciclo precoce      | 29 ago. 2011      | 0,80            | 800          |
| 5 Tibagi        | Ciclo precoce      | 15 set. 2011      | 0,80            | 800          |
| 6 Ortigueira    | Ciclo precoce      | 16 set. 2011      | 0,45            | 800          |
| 7 Piraí do Sul  | Ciclo precoce      | 21 set. 2011      | 0,80            | 1000         |
| 8 Tibagi        | Ciclo precoce      | 04 out. 2011      | 0,50            | 950          |
| 9 Tibagi        | Ciclo precoce      | 08 out. 2011      | 0,45            | 900          |
| 10 Ponta Grossa | Ciclo precoce      | 08 out. 2011      | 0,45            | 900          |
| 11 Tibagi       | Ciclo precoce      | 19 out. 2011      | 0,80            | 800          |
| 12 Tibagi       | Ciclo precoce      | 19 out. 2011      | 0,50            | 900          |
| 13 Ventania     | Ciclo precoce      | 22 out. 2011      | 0,80            | 800          |
| 14 Arapoti      | Precoce-tardio     | 18 nov. 2011      | 0,80            | 1000         |

Tabela 2. Descrição relacionadas à cobertura, solo e adubação das áreas onde foram instalados os experimentos de milho (*Zea mays*). Ponta Grossa-PR, safra. 2011/2012.

| Área | Época de<br>semeadura | Adubação de<br>base (NPK)              | Adubação de<br>cobertura<br>Uréia e KCl<br>(kg ha <sup>-1</sup> ) |     | argila no<br>solo (%) | Cultura<br>anterior        |
|------|-----------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------|----------------------------|
| 1    | Super precoce         | 15-25-00<br>(250 kg ha <sup>-1</sup> ) | 250                                                               | -   | 40                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 2    | Super precoce         | 17-17-00<br>(250 kg ha <sup>-1</sup> ) | 175                                                               | 160 | 60                    | Aveia preta<br>pastejada   |
| 3    | Super precoce         | 14-34-00<br>(200 kg ha <sup>-1</sup> ) | 240                                                               | 180 | 60                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 4    | Ciclo precoce         | 15-25-00<br>(250 kg ha <sup>-1</sup> ) | 300                                                               | 100 | 40                    | Palhada de<br>trigo        |
| 5    | Ciclo precoce         | 14-34-00<br>(200 kg ha <sup>-1</sup> ) | 200                                                               | 180 | 60                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 6    | Ciclo precoce         | 14-34-00<br>(250 kg ha <sup>-1</sup> ) | 200                                                               | 150 | 50                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 7    | Ciclo precoce         | 18-23-00<br>(250 kg ha <sup>-1</sup> ) | 230                                                               | 160 | 70                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 8    | Ciclo precoce         | 17-17-00<br>(270 kg ha <sup>-1</sup> ) | 300                                                               | 100 | 40                    | Palhada de<br>trigo rolada |
| 9    | Ciclo precoce         | 14-34-00<br>(200 kg ha <sup>-1</sup> ) | 240                                                               | 200 | 50                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 10   | Ciclo precoce         | 15-20-20<br>(200 kg ha <sup>-1</sup> ) | 250                                                               | -   | 50                    | Aveia preta<br>rolada      |
| 11   | Ciclo precoce         | 19-13-00<br>(300 kg ha <sup>-1</sup> ) | 250                                                               | 160 | 60                    | Palhada de<br>trigo        |
| 12   | Ciclo precoce         | 17-17-00<br>(200 kg ha <sup>-1</sup> ) | 250                                                               | 200 | 50                    | Palhada de<br>trigo        |
| 13   | Ciclo precoce         | 17-17-00<br>(260 kg ha <sup>-1</sup> ) | 240                                                               | 150 | 50                    | Palhada de<br>trigo        |
| 14   | Precoce-tardio        | 15-25-00<br>(250 kg ha <sup>-1</sup> ) | 300                                                               | 100 | 40                    | Palhada de<br>trigo        |

Tabela 3. Híbridos de milho (*Zea mays*) super precoce utilizados como tratamentos em experimento realizado em Arapoti e Tibagi - PR. 2011/2012 (Propriedade 1 e 2).

| Arapoti - PR |                             |           |                          |
|--------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|
| Tratamento   | Híbrido                     | Empresa   | População<br>recomendada |
| 1            | AG 9020 VT PRO <sup>1</sup> | AGROCERES | 65-75000                 |
| 2            | AS 1551 VT PRO <sup>1</sup> | AGROESTE  | 65-75000                 |
| 3            | D 2A106 <sup>2</sup>        | DOW       | 60-65000                 |
| 4            | P 1630 H <sup>1</sup>       | PIONEER   | 50-65000                 |
| 5            | P 32R22 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 50-65000                 |
| 6            | CELERON TL <sup>1</sup>     | SYNGENTA  | 60-65000                 |
| Tibagi - PR  |                             |           |                          |
| Tratamento   | Híbrido                     | Empresa   | População<br>recomendada |
| 1            | AG 9020 VT PRO <sup>1</sup> | AGROCERES | 65-75000                 |
| 2            | AS 1551 VT PRO <sup>1</sup> | AGROESTE  | 65-75000                 |
| 3            | D 2A106 <sup>2</sup>        | DOW       | 60-65000                 |
| 4            | P 32R22 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 50-65000                 |
| 5            | CELERON TL <sup>1</sup>     | SYNGENTA  | 60-65000                 |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado.

Tabela 4. Híbridos de milho (*Zea mays*) super precoce utilizados como tratamentos em experimento realizado em Tibagi e Arapoti - PR. 2011/2012 (Propriedade 3 e 4).

| Tibagi - PR  |                             |           |                       |
|--------------|-----------------------------|-----------|-----------------------|
| Tratamento   | Híbrido                     | Empresa   | População recomendada |
| 1            | AG 9020 VT PRO <sup>1</sup> | AGROCERES | 65-75000              |
| 2            | AS 1551 VT PRO <sup>1</sup> | AGROESTE  | 65-75000              |
| 3            | D 2A106 <sup>2</sup>        | DOW       | 60-65000              |
| 4            | P 1630 H <sup>1</sup>       | PIONEER   | 50-65000              |
| 5            | P 32R22 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 50-65000              |
| 6            | CELERON TL <sup>1</sup>     | SYNGENTA  | 60-65000              |
| Arapoti - PR |                             |           |                       |
| Tratamento   | Híbrido                     | Empresa   | População recomendada |
| 1            | AG 8041 YG <sup>1</sup>     | AGROCERES | 65-75000              |
| 2            | AS 1555 YG <sup>1</sup>     | AGROESTE  | 60-70000              |
| 3            | AS 1551 PRO <sup>1</sup>    | AGROESTE  | 65-75000              |
| 4            | AS 1553 YG <sup>4</sup>     | AGROESTE  |                       |
| 5            | BG 7046 <sup>1</sup>        | BIOGENE   | 55-65000              |
| 6            | BG 7049 HX <sup>3</sup>     | BIOGENE   | 50-65000              |
| 7            | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup> | DEKALB    | 65-75000              |
| 8            | DKB 175 VT PRO <sup>1</sup> | DEKALB    | 65-75000              |
| 9            | DKB 245 <sup>1</sup>        | DEKALB    | 65-70000              |
| 10           | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup> | DEKALB    | 55-65000              |
| 11           | DOW 2A 550 HX <sup>1</sup>  | DOW       | 60-70000              |
| 12           | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>   | DOW       | 60-65000              |
| 13           | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>   | DOW       | 60-65000              |
| 14           | WXA 504 <sup>1</sup>        | DOW       | 60-65000              |
| 15           | LG 6033 <sup>1</sup>        | GUERRA    | 60-62000              |
| 16           | SG 6030 YG <sup>1</sup>     | GUERRA    | 55-60000              |
| 17           | P 30F53 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 60-80000              |
| 18           | P 30R50 <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 19           | P 3989 <sup>1</sup>         | PIONEER   | 55-65000              |
| 20           | P 30R50 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 60-80000              |
| 21           | P 3646 H <sup>1</sup>       | PIONEER   | 55-65000              |
| 22           | P 30K64 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 55-72000              |
| 23           | SYN 7B28 VIPTERA            | SYNGENTA  |                       |
| 24           | STATUS VIPTERA <sup>1</sup> | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 25           | FORMULA TL <sup>1</sup>     | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 5. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Tibagi - PR. 2011/2012 (Propriedade 5).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 58-60000              |
| 2          | AG 8025 <sup>1</sup>          | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AG 8021 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 50-60000              |
| 4          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 5          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 6          | AS 1656 <sup>2</sup>          | AGROESTE  |                       |
| 7          | BG 7046 <sup>1</sup>          | BIOGENE   | 55-65000              |
| 8          | BG 7051 HX <sup>3</sup>       | BIOGENE   | 55-65000              |
| 9          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 70-80000              |
| 10         | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 11         | DKB 250 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 55-65000              |
| 12         | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 13         | D 2A550 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-70000              |
| 14         | D 2B707 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-65000              |
| 15         | D 2B604 HX <sup>2</sup>       | DOW       | 60-65000              |
| 16         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-60000              |
| 17         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 18         | P X23B123-X203 <sup>4</sup>   | PIONEER   |                       |
| 19         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 20         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 21         | P 30R50 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 22         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 23         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 24         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 6. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Ortigueira - PR. 2011/2012 (Propriedade 6).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 58-60000              |
| 2          | AG 8025 <sup>1</sup>          | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 4          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 5          | AS 1656 <sup>4</sup>          | AGROESTE  |                       |
| 6          | 30A68 HX <sup>1</sup>         | AGROMEN   | 60-65000              |
| 7          | BG 7046 HX <sup>1</sup>       | BIOGENE   | 70-80000              |
| 8          | BG 7049 HX <sup>3</sup>       | BIOGENE   | 50-65000              |
| 9          | BG 7051 HX <sup>3</sup>       | BIOGENE   | 55-65000              |
| 10         | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 11         | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 12         | D 2A550 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-70000              |
| 13         | D 2B604 HX <sup>2</sup>       | DOW       | 60-65000              |
| 14         | D 2B707 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-65000              |
| 15         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-60000              |
| 16         | P 30F53 HX <sup>1</sup>       | PIONEER   | 60-80000              |
| 17         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 18         | P 30K64 HX <sup>1</sup>       | PIONEER   | 55-72000              |
| 19         | P 30R50 HX <sup>1</sup>       | PIONEER   | 60-80000              |
| 20         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 21         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 22         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |
| 23         | DB 2A525 HX <sup>1</sup>      | BIOMATRIX | 60-70000              |
| 24         | BM 915 PRO <sup>3</sup>       | BIOMATRIX | 60-70000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 7. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Piraí do Sul - PR. 2011/2012 (Propriedade 7).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 58-60000              |
| 2          | AG 8025 <sup>1</sup>          | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 4          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 75-78000              |
| 5          | AS 1056 <sup>4</sup>          | AGROESTE  | 75-78000              |
| 6          | 30A68 HX <sup>1</sup>         | AGROMEN   | 60-65000              |
| 7          | BG 7046 <sup>1</sup>          | BIOGENE   | 70-80000              |
| 8          | BG 7051 H <sup>3</sup>        | BIOGENE   | 55-65000              |
| 9          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 10         | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 11         | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 12         | D 2A550 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-70000              |
| 13         | D 2B604 HX <sup>2</sup>       | DOW       | 60-65000              |
| 14         | D 2B707 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-65000              |
| 15         | SG 6030 YG <sup>4</sup>       | GUERRA    | 55-6000               |
| 16         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 17         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 18         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 19         | P 30R50 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 20         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 21         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 22         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 8. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Tibagi - PR. 2011/2012 (Propriedade 8).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 60-75000              |
| 2          | AG 8025 <sup>1</sup>          | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 4          | AG 8021 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 50-60000              |
| 5          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 6          | AS 1656 <sup>4</sup>          | AGROESTE  |                       |
| 7          | 30A68 HX <sup>1</sup>         | AGROMEN   | 60-65000              |
| 8          | BG 7046 <sup>1</sup>          | BIOGENE   | 55-65000              |
| 9          | BG 7051 H <sup>3</sup>        | BIOGENE   | 55-65000              |
| 10         | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 11         | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 12         | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 13         | DOW 2A 550 HX <sup>1</sup>    | DOW       | 60-70000              |
| 14         | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 15         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 16         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-60000              |
| 17         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 18         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 19         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 20         | P 30R50 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 21         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 22         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 23         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 9. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Tibagi - PR. 2011/2012 (Propriedade 9).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 60-75000              |
| 2          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 4          | AS 1656 <sup>4</sup>          | AGROESTE  |                       |
| 5          | BG 7046 HX <sup>1</sup>       | BIOGENE   | 55-65000              |
| 6          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 7          | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 8          | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 9          | DOW 2A 550 HX <sup>1</sup>    | DOW       | 60-70000              |
| 10         | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 11         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 12         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-60000              |
| 13         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 14         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 15         | P 30R50 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 16         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 17         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 18         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 19         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 10. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Ponta Grossa - PR. 2011/2012 (Propriedade 10).

| Tratamento | Híbrido                     | Empresa   | População recomendada |
|------------|-----------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | AG 8041 YG <sup>1</sup>     | AGROCERES | 65-75000              |
| 2          | AS 1555 YG <sup>1</sup>     | AGROESTE  | 60-70000              |
| 3          | AS 1656 <sup>4</sup>        |           |                       |
| 4          | B 199275 PRO <sup>4</sup>   |           |                       |
| 5          | BG 7046 <sup>1</sup>        | BIOGENE   | 55-65000              |
| 6          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup> | DEKALB    | 70-80000              |
| 7          | DKB 245 <sup>1</sup>        | DEKALB    | 65-70000              |
| 8          | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>   | DOW       | 60-65000              |
| 9          | D 2A550 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-70000              |
| 10         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>   | DOW       | 60-65000              |
| 11         | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup> | DEKALB    | 55-65000              |
| 12         | FORMULA TL <sup>1</sup>     | SYNGENTA  | 60-65000              |
| 13         | P 30F53 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 60-80000              |
| 14         | P 30K64 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 55-72000              |
| 15         | P 30R50 <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 16         | P 30R50 H <sup>1</sup>      | PIONEER   | 60-80000              |
| 17         | SG 6030 YG <sup>1</sup>     | GUERRA    | 55-60000              |
| 18         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup> | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 19         | SYN 7B28 <sup>4</sup>       |           |                       |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 11. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Tibagi - PR. 2011/2012 (Propriedade 11).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 60-75000              |
| 2          | AG 8041 VT PRO <sup>1</sup>   | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AG 8061 VT PRO <sup>1</sup>   | AGROCERES | 60-65000              |
| 4          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 5          | AS 1656 <sup>4</sup>          | AGROESTE  |                       |
| 6          | 30A68 HX <sup>1</sup>         | AGROMEN   | 60-65000              |
| 7          | BG 7046 <sup>1</sup>          | BIOGENE   | 55-65000              |
| 8          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 9          | DKB 175 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 50-65000              |
| 10         | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 11         | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 12         | DOW 2A 550 HX <sup>1</sup>    | DOW       | 60-70000              |
| 13         | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 14         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 15         | LG 6033 <sup>1</sup>          | GUERRA    | 60-62000              |
| 16         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-6000               |
| 17         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 18         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 19         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 20         | P30F53 H <sup>4</sup>         | PIONEER   |                       |
| 21         | P 32R22 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 50-65000              |
| 22         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 23         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 24         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |
| 25         | CELERON TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 12. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Tibagi - PR. 2011/2012 (Propriedade 12).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 60-75000              |
| 2          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 4          | AS 1656 <sup>4</sup>          | AGROESTE  |                       |
| 5          | BG 7046 <sup>1</sup>          | BIOGENE   | 55-65000              |
| 6          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 7          | DKB 175 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 50-65000              |
| 8          | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 9          | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 10         | DOW 2A 550 HX <sup>1</sup>    | DOW       | 60-70000              |
| 11         | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 12         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 13         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-6000               |
| 14         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 15         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 16         | P 30R50 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 17         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 18         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 19         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 20         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 13. Híbridos de milho (*Zea mays*) utilizados como tratamentos em experimento realizado em Ventania - PR. 2011/2012 (Propriedade 13).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 60-75000              |
| 2          | AG 8011 VT PRO <sup>3</sup>   | AGROCERES | 60-70000              |
| 3          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 4          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 70-75000              |
| 5          | BG 7046 <sup>1</sup>          | BIOGENE   | 70-80000              |
| 6          | DKB 175 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 50-65000              |
| 7          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 8          | DKB 245 <sup>1</sup>          | DEKALB    | 65-70000              |
| 9          | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 10         | D 2A550 HX <sup>1</sup>       | DOW       | 60-70000              |
| 11         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 12         | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 13         | LG 6033 <sup>1</sup>          | GUERRA    | 60-62000              |
| 14         | SG 6030 YG <sup>1</sup>       | GUERRA    | 55-6000               |
| 15         | P 3046 HX <sup>4</sup>        | PIONEER   |                       |
| 16         | P 30F53 HX <sup>1</sup>       | PIONEER   | 50-60000              |
| 17         | P 30R50 <sup>1</sup>          | PIONEER   | 60-80000              |
| 18         | P 3989 <sup>1</sup>           | PIONEER   | 55-65000              |
| 19         | P 30R50 HX <sup>1</sup>       | PIONEER   | 60-80000              |
| 20         | FORMULA TL <sup>1</sup>       | SYNGENTA  | 60-65000              |
| 21         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |
| 22         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Tabela 14. Híbridos de milho (*Zea mays*) tardio utilizados como tratamentos em experimento realizado em Arapoti-PR. 2011/2012 (Propriedade 14).

| Tratamento | Híbrido                       | Empresa   | População recomendada |
|------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1          | ADV 9275 VT PRO <sup>1</sup>  | ADVANTA   | 60-75000              |
| 2          | AG 8041 YG <sup>1</sup>       | AGROCERES | 65-75000              |
| 3          | AS 1555 YG <sup>1</sup>       | AGROESTE  | 65-70000              |
| 4          | DKB 250 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 55-65000              |
| 5          | DKB 240 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 6          | DKB 175 VT PRO <sup>1</sup>   | DEKALB    | 65-75000              |
| 7          | DOW 2A 550 HX <sup>1</sup>    | DOW       | 60-70000              |
| 8          | DOW 2B707 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 9          | DOW 2B587 HX <sup>1</sup>     | DOW       | 60-70000              |
| 10         | DOW 2B604 HX <sup>2</sup>     | DOW       | 60-65000              |
| 11         | P 30F53 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 60-80000              |
| 12         | P 30K64 H <sup>1</sup>        | PIONEER   | 55-72000              |
| 13         | X35A131 H <sup>4</sup>        | PIONEER   |                       |
| 14         | SYN 7B28 VIPTERA <sup>4</sup> | SYNGENTA  |                       |
| 15         | STATUS VIPTERA <sup>1</sup>   | SYNGENTA  | 60-70000              |

<sup>1</sup> Híbrido simples; <sup>2</sup> Híbrido simples modificado; <sup>3</sup> Híbrido triplo; <sup>4</sup> Sem descrição.

Os tratos culturais com herbicidas e inseticidas foram realizados de acordo com a necessidade da cultura nas diversas áreas experimentais. Não foram realizadas aplicações de fungicidas na parte aérea das plantas, de forma a não mascarar o resultado desse trabalho.

Em todos os experimentos as avaliações não destrutivas foram: contagem do estande inicial e final, realizado de maneira aleatória,

considerando plantas em três pontos por parcela de 1,0 m cada; foram aferidos número de plantas dominadas e dureza do colmo; incidência e severidade das doenças de acordo com escalas diagramáticas Azevedo (1997). No final dos experimentos as avaliações destrutivas foram a produtividade ajustada para 13% de umidade e a partir dela foi determinada a massa de 1000 grãos e avaliação de grãos ardidos.

As doenças foram avaliadas semanalmente em 10 plantas da área útil da parcela. Foram avaliadas todas as doenças foliares presentes nas plantas, a citar: *Puccinia sorghi* (ferrugem comum) e o complexo de manchas brancas: *Cercospora zea-maydis*, *Phaeosphaeria maydis* e *Exserohilum turcicum* (AZEVEDO, 19975). Com os dados de severidade foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com auxílio da fórmula:

$AACPD = \sum [((y_1 + y_2) / 2) * (t_2 - t_1)]$ , onde  $y_1$  e  $y_2$  são duas avaliações consecutivas realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente.

A avaliação de dureza do colmo foi realizada visualmente, na fase de maturação fisiológica do grão, adotando as notas de 1 a 9 de acordo com o aspecto do colmo: onde 1 é muito fraco e 9 são muito resistente.

Na ocasião da colheita foram colhidas manualmente as espigas das plantas contidas na área útil da parcela (2m<sup>2</sup>), trilhadas, pesadas e tiveram sua umidade mensurada a partir de determinador universal e ajustada para 13% para mensuração da produtividade.

Desta amostra foi determinada a massa de 100 grãos e também foi retirada sub-amostra de 250 gramas para avaliação de grãos ardidos, de acordo com a Portaria nº11, de 12/04/96 (BRASIL, 1996) descritos em trabalhos realizados por Mendes (2009), Casa et al. (2007) e Pinto (2001), tendo-se como base de cálculo o número total de grãos e o número de grãos ardidos. Foram considerados grãos ardidos todos aqueles que continham pelo menos um quarto de sua superfície com descolorações, cuja matiz variou de marrom-claro à roxo ou vermelho intenso.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias quando significativas comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade pelo software Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria sementeira de milho é muito dinâmica e a cada ano, novos híbridos são posicionados e então recomendados, tanto pela iniciativa privada, como por empresas públicas. Por isso, a escolha sobre qual híbrido semear é fundamental na obtenção de altas produções e lucros satisfatórios nesta atividade agrícola. No entanto, quando a oferta de híbridos no mercado é muito grande, a tomada de decisão passa a ter maior dificuldade. Por situações como esta, é importante verificar o desempenho agrônômico desses materiais por região, para facilitar a escolha dos materiais e assim recomendá-los com maior segurança.

### 4.1 NÚMERO DE PLANTAS DOMINADAS

Minimizar a competição entre as plantas de milho e implantar uma população de plantas por metro quadrado ou por hectare, de acordo com o que é estabelecido para o híbrido que está sendo plantado e o nível tecnológico aplicado, é o desafio imposto ao produtor e ao técnico recomendante.

Na propriedade em Arapoti (Tabela 15), é possível verificar que o número de plantas dominadas, diferenciou o resultado dos diferentes híbridos avaliados, mesmo com níveis baixos de plantas dominadas, que variaram de 1,5 a 7%. O melhor resultado foi apresentado pelo híbrido AG 9020 VT PRO, com o menor número de plantas dominadas, já aquele com o maior número de plantas dominadas foi D 2A106.

Em Tibagi (Tabela 16), os resultados obtidos para a 2ª propriedade avaliada, demonstram que nesta localidade também houve diferença entre os tratamentos, os híbridos AG 9020 VT PRO e P 32R22 e CELERON TL, foram àqueles que obtiveram os menores percentuais de plantas dominadas, 3,25%, 4% e 5%, respectivamente, estatisticamente iguais entre si. Neste experimento novamente o híbrido D 2A106, foi aquele que obteve o maior número de plantas dominadas no experimento, no entanto este não difere estatisticamente dos híbridos AS 1551 VT PRO e CELERON TL.

Na propriedade 3, também em Tibagi (Tabela 17) constatou-se que os percentuais de plantas dominadas foram maiores, variando entre 7 e 14%, para o terceiro e o último experimento com os híbridos super precoces semeados. Os híbridos que apresentaram o maior número de plantas dominadas foram D 2A106 e CELERON TL, estatisticamente iguais entre si, e os demais materiais não apresentaram diferença estatística entre si.

Sobre os híbridos precoces (Tabela 18) da propriedade 4, em Arapoti, se observou que os percentuais de plantas dominadas foram mais altos, com valores entre 3,50 e 21%, sendo este último atribuído ao híbrido BG 7049 HX, o que conforme citado por autores como Nummer Filho (2011), Fancelli e Dourado Neto (2004), impactam diretamente na produtividade, como pode ser comprovado neste experimento.

Para o experimento com híbridos precoces instalados em Tibagi (Tabela 19) foi possível verificar que a porcentagem de plantas dominadas foi alta em todo o experimento, variando entre 10,8 e 47,8%, com ênfase para o DKB 240 VT PRO com quase 50% de plantas dominadas.

Os resultados apresentados demonstram um grande impacto da associação de plantas dominadas com as doenças ocorridas no período do experimento e seu impacto sobre a produtividade dos materiais avaliados em Ortigueira (Tabela 20). É válido ressaltar que nesta propriedade, os intemperes climáticos potencializaram estes resultados, que além de vendavais, ainda ocorreram encharcamento no solo devido a chuvas torrenciais que encharcaram a área no período do experimento. O maior número de plantas dominadas foi observado em campo com o híbrido AS 1656 com quase 80% de plantas dominadas, apesar de que mesmo nos melhores resultados estatísticos, os índices de plantas dominadas foram altíssimos, o que inviabilizaria uma lavoura convencional, como constatado no índice de 24% com o híbrido DB 2A525 HX.

Com relação ao experimento instalado em Piraí do Sul (Tabela 21), sobre os 22 híbridos utilizados, demonstram que o maior índice de plantas dominadas foi encontrado para P30R50 H, com 23%.

Em Arapoti (Tabela 22), os híbridos BG 7046 e FORMULA TL tiveram o maior número de plantas dominadas com 19,13% e 19,88% respectivamente.

Na avaliação realizada sobre os 19 híbridos precoces (Tabela 23), sobre plantas dominadas, foi possível avaliar a variabilidade entre os resultados encontrados em Arapoti, onde o alto valor encontrado para SG 6030 YG, com 21,7% de plantas dominadas, se diferenciou estatisticamente de todos os demais materiais. O menor índice encontrado de plantas dominadas neste experimento ocorreu com o híbrido DOW 2B707 HX, com 2,5%.

No município de Ponta Grossa (Tabela 24), o híbrido que apresentou maior percentagem de plantas dominadas foi SG 6030 YG, com 23%. Comportamento parecido com os resultados apresentados em Arapoti. Mesmo este sendo estatisticamente maior que os demais, os índices dos demais híbridos estavam altos e colaboraram na diminuição da produtividade dos materiais, abaixo do seu teto produtivo. Sobre os 25 híbridos avaliados em Tibagi (Tabela 25), verificou-se um alto índice de plantas dominadas sobre o híbrido SG 6030 YG e P 30K64 H, estatisticamente iguais entre si e percentuais de 30,75 e 32,25%, respectivamente, e superiores a todos os demais materiais avaliados. Novamente SG 6030 YG, confirma resultados obtidos em Arapoti e Ponta Grossa, da mesma forma que o híbrido DKB 250 VT PRO, trouxe resultados relevantes com relação a este item avaliado, como aconteceu em Ponta Grossa.

Para os 20 materiais avaliados em Tibagi (Tabela 26), o menor percentual de plantas dominadas foi encontrado no híbrido FORMULA TL, com 3,25%. Em Ventania (Tabela 27), foi possível verificar que os híbridos ADV 9275 VT PRO e SG 6030 YG, estatisticamente iguais entre si, foram os que apresentaram os maiores valores de plantas dominadas no experimento (23,5 e 25,5%, respectivamente). Novamente o híbrido SG 6030 YG, traz resultados similares aos obtidos no experimento de Tibagi, Arapoti e Ponta Grossa.

No experimento com 15 híbridos tardios (Tabela 28), o maior percentual de plantas dominadas foi encontrado no híbrido ADV 9275 VT PRO, com cerca de 21,5%. Já entre os melhores resultados está novamente o híbrido DOW 2A550 VT PRO, como acontece com o experimento de Ventania, enfatizando que neste experimento DOW 2A550 VT PRO foi estatisticamente igual a: DOW 2B707 HX, DOW 2B587 HX, P30K64 H e X35131 H.

Tabela 15. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso da doença e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos super precoces avaliados em. Arapoti-PR. 2011/2012.

| Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo  | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g)   | Grãos Ardidos (%) |
|------------------|---------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| 1 AG 9020 VT PRO | 1,50 d *      | 8,50 a | 0,00 d                     | 152,50 c                   | 21,25 c                        | 8,75 c                       | 9890,01 d                            | 366,50 ns | 4,10a             |
| 2 AS 1551 VT PRO | 5,00b         | 8,50a  | 164,75c                    | 207,50bc                   | 232,75b                        | 189,88b                      | 9566,11d                             | 376,75    | 2,83b             |
| 3 D 2A106        | 7,00a         | 7,50a  | 309,38b                    | 203,25bc                   | 221,00b                        | 227,50ab                     | 10564,33c                            | 349,75    | 1,48b             |
| 4 P 1630 H       | 4,75b         | 6,00b  | 353,50b                    | 249,00b                    | 249,00ab                       | 217,00ab                     | 12430,30a                            | 339,50    | 4,65a             |
| 5 P 32R22 H      | 3,00c         | 6,50b  | 530,50a                    | 393,75a                    | 315,00a                        | 189,00b                      | 11227,87b                            | 342,50    | 2,05b             |
| 6 CELERON TL     | 3,50c         | 6,50b  | 318,88b                    | 198,00b                    | 228,75b                        | 287,00a                      | 11195,49b                            | 365,50    | 5,20a             |
| C.V. (%)         | 19,75         | 14,17  | 10,19                      | 12,46                      | 11,19                          | 13,53                        | 1,99                                 | 5,71      | 21,40             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Tabela 16. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso da doença e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos super precoces avaliados em Tibagi-PR. 2011/2012.

| Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo   | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g)   | Grãos Ardidos (%) |
|------------------|---------------|---------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| 1 AG 9020 VT PRO | 3,25 c*       | 7,25 ab | 0,00 d                     | 0,00 c                     | 0,00 b                         | 0,00 c                       | 9603,62 ab                           | 376,75 ns | 1,00 ab           |
| 2 AS 1551 VT PRO | 6,75 ab       | 9,25a   | 147,88c                    | 147,25b                    | 70,50b                         | 162,63b                      | 8494,60c                             | 358,50    | 0,63b             |
| 3 D 2A106        | 7,25 a        | 8,00ab  | 295,00b                    | 166,50ab                   | 179,25a                        | 320,13a                      | 9187,77bc                            | 351,25    | 0,95ab            |
| 4 P 32R22 H      | 4,00 bc       | 6,50b   | 553,38a                    | 266,50a                    | 281,25a                        | 313,63a                      | 9943,03a                             | 354,25    | 1,68ab            |
| 5 CELERON TL     | 5,00 abc      | 6,75b   | 327,38b                    | 211,75ab                   | 219,00a                        | 249,88ab                     | 9529,59ab                            | 386,25    | 2,38a             |
| C.V. (%)         | 20,35         | 12,97   | 13,36                      | 24,80                      | 23,69                          | 19,79                        | 2,56                                 | 6,71      | 4,75              |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 17. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso da doença e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos super precoces avaliados em Tibagi-PR. 2011/2012.

| Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g)  | Grãos Ardidos (%) |
|------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------|-------------------|
| 1 AG 9020 VT PRO | 7,50 b*       | 5,75b | 0,00d                      | 0,00c                      | 0,00b                          | 0,00d                        | 8663,20b                             | 343,25ns | 1,50b             |
| 2 AS 1551 VT PRO | 9,50b         | 8,25a | 161,50c                    | 202,50b                    | 226,75a                        | 185,50c                      | 6838,28d                             | 356,50   | 0,50b             |
| 3 D 2A106        | 12,25a        | 7,00a | 296,00b                    | 186,00b                    | 198,25ab                       | 346,50b                      | 8402,68bc                            | 334,75   | 3,25a             |
| 4 P 1630 H       | 7,00b         | 6,75a | 352,75b                    | 247,00b                    | 384,50a                        | 414,75b                      | 9710,40a                             | 342,75   | 4,03a             |
| 5 P 32R22 H      | 10,25b        | 5,25b | 535,50a                    | 408,00a                    | 306,75a                        | 624,75a                      | 8539,64b                             | 359,00   | 4,00a             |
| 6 CELERON TL     | 14,00a        | 4,75b | 341,75b                    | 231,00b                    | 356,50a                        | 397,25b                      | 7917,94c                             | 365,25   | 2,03b             |
| CV(%)            | 15,08         | 13,17 | 8,82                       | 11,34                      | 31,50                          | 9,07                         | 2,15                                 | 5,20     | 7,96              |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Tabela 18. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso da doença e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Arapoti-PR. 2011/2012.

| Híbrido             | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|---------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1 AG 8041 YG        | 5,25e         | 7,50b | 272,13d                    | 458,50d                    | 619,00d                         | 321,13d                      | 8837,39b                             | 389,75a | 0,98d             |
| 2 AS 1555 YG        | 5,25e         | 7,50b | 257,50d                    | 425,25e                    | 576,00e                         | 299,25d                      | 9817,34a                             | 381,25a | 1,25c             |
| 3 AS 1551 PRO       | 7,25d         | 7,50b | 419,88b                    | 703,75b                    | 951,50b                         | 491,75b                      | 8745,66c                             | 323,75b | 0,63e             |
| 4 AS 1553 YG        | 9,25c         | 7,75b | 393,63b                    | 665,50b                    | 898,00b                         | 468,13b                      | 7952,27d                             | 337,25b | 1,08d             |
| 5 BG 7046           | 9,50c         | 7,00b | 419,88b                    | 703,75b                    | 951,50b                         | 491,75b                      | 8494,82c                             | 309,25c | 1,10d             |
| 6 BG 7049 HX        | 21,00a        | 8,75a | 494,88a                    | 824,25a                    | 1115,75a                        | 578,38a                      | 7001,92f                             | 335,50b | 1,58b             |
| 7 DKB 240 VT PRO    | 12,50b        | 7,75b | 150,38e                    | 252,50f                    | 340,50f                         | 177,63e                      | 9368,44b                             | 322,00b | 0,55e             |
| 8 DKB 175 VT PRO    | 12,50b        | 7,75b | 326,38c                    | 545,50c                    | 740,50c                         | 383,25c                      | 7449,94e                             | 375,50a | 0,55e             |
| 9 DKB 245           | 8,25d         | 7,75b | 158,88e                    | 263,00f                    | 352,75f                         | 182,00e                      | 10063,75a                            | 386,75a | 0,65e             |
| 10 DKB 250 VT PRO   | 5,00e         | 8,50a | 139,50e                    | 235,00f                    | 319,00f                         | 171,50e                      | 10010,57a                            | 326,50b | 0,93d             |
| 11 DOW 2A 550 HX    | 6,00e         | 9,00a | 278,00d                    | 469,00d                    | 633,00d                         | 327,25d                      | 9361,37b                             | 348,75b | 0,95d             |
| 12 DOW 2B707 HX     | 6,50d         | 8,00b | 326,38c                    | 545,50c                    | 740,50c                         | 383,25c                      | 7556,52e                             | 302,00c | 0,88d             |
| 13 DOW 2B604 HX     | 11,25b        | 7,50b | 294,13d                    | 484,75d                    | 657,25d                         | 342,13d                      | 8472,80c                             | 330,75b | 0,38e             |
| 14 WXA 504          | 11,75b        | 9,75a | 393,63b                    | 665,50b                    | 898,00b                         | 468,13b                      | 8038,96d                             | 378,25a | 0,63e             |
| 15 LG 6033          | 9,50c         | 8,25b | 278,00d                    | 469,00d                    | 633,00d                         | 327,25d                      | 9278,86b                             | 340,75b | 0,23f             |
| 16 SG 6030 YG       | 10,75c        | 9,00a | 361,25c                    | 604,25c                    | 820,25c                         | 425,25c                      | 8292,08c                             | 371,00a | 0,85d             |
| 17 P 30F53 H        | 8,50d         | 9,50a | 340,88c                    | 572,50c                    | 770,25c                         | 396,38c                      | 10024,40a                            | 343,00  | 0,83d             |
| 18 P30R50           | 4,25e         | 8,75a | 343,38c                    | 574,50c                    | 780,00c                         | 404,25c                      | 8483,60c                             | 326,00  | 2,85a             |
| 19 P 3989           | 10,25c        | 8,00b | 393,63b                    | 665,50b                    | 898,00b                         | 468,13b                      | 8099,23d                             | 316,25  | 0,78d             |
| 20 P 30R50 H        | 3,50e         | 6,75b | 309,38d                    | 515,50d                    | 698,50d                         | 362,25d                      | 9878,64a                             | 356,50  | 1,00d             |
| 21 P 3646 H         | 9,00c         | 8,25b | 257,50d                    | 425,25e                    | 576,00e                         | 299,25d                      | 7948,00d                             | 333,75  | 0,88d             |
| 22 P 30K64 H        | 10,75c        | 7,75b | 438,75b                    | 737,00b                    | 996,00b                         | 519,75b                      | 7379,43e                             | 280,25  | 1,08d             |
| 23 SYN 7B28 VIPTERA | 10,75c        | 7,75b | 252,38d                    | 414,75e                    | 562,75e                         | 293,13d                      | 8564,80c                             | 341,00  | 0,03f             |
| 24 STATUS VIPTERA   | 8,25d         | 8,50a | 244,75d                    | 406,00e                    | 549,75e                         | 285,25d                      | 9087,06b                             | 374,25  | 1,00d             |
| 25 FORMULA TL       | 10,50c        | 7,50b | 278,00d                    | 469,00d                    | 633,00d                         | 327,25d                      | 9175,03b                             | 333,00  | 0,55e             |
| C.V.(%)             | 12,81         | 11,59 | 8,39                       | 8,17                       | 8,14                            | 8,19                         | 2,59                                 | 4,15    | 17,4              |

Tabela 19. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso da doença e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados na Fazenda Fazendinha. Tibagi- PR. 2011/2012.

|    | Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|----|------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1  | B 19275 VT PRO   | 60,25c        | 6,75b | 279,63c                    | 316,63c                    | 184,00c                         | 316,63c                      | 5083,30i                             | 330,50b | 1,33e             |
| 2  | AG 8025          | 61,25c        | 8,00a | 231,88d                    | 258,38d                    | 145,75d                         | 258,38d                      | 6077,23e                             | 349,75a | 2,20d             |
| 3  | AG 8041 YG       | 30,00f        | 8,00a | 304,50c                    | 348,50c                    | 198,00c                         | 348,50c                      | 6452,48d                             | 361,75a | 2,75c             |
| 4  | AS 1555 YG       | 49,00d        | 8,00a | 265,13d                    | 299,13d                    | 169,50c                         | 299,13d                      | 6811,68b                             | 314,75b | 3,33c             |
| 5  | AS 1656          | 79,50a        | 8,50a | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 5701,25f                             | 362,50a | 1,43e             |
| 6  | AGN 30A68 HX     | 31,25f        | 7,25b | 231,88d                    | 258,38d                    | 145,75d                         | 258,38d                      | 6116,77e                             | 304,75b | 2,40d             |
| 7  | BG 7046 HX       | 39,25e        | 8,25a | 409,63a                    | 245,13d                    | 279,75a                         | 245,13d                      | 5175,66i                             | 336,25b | 2,00d             |
| 8  | BG 7049 HX       | 43,25e        | 7,50b | 454,13a                    | 270,75d                    | 312,25a                         | 270,75d                      | 3484,39l                             | 327,00b | 6,13a             |
| 9  | BG 7051 HX       | 47,25d        | 8,25a | 350,13b                    | 398,63b                    | 237,50b                         | 398,63b                      | 6692,62c                             | 216,00c | 3,70c             |
| 10 | DKB 240 VT PRO   | 25,25g        | 8,25a | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 7426,82a                             | 324,75b | 0,95e             |
| 11 | DKB 250 VT PRO   | 41,50e        | 5,00c | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 6478,23d                             | 335,00b | 0,98e             |
| 12 | D 2A550 HX       | 59,00c        | 8,25a | 239,63d                    | 271,25d                    | 186,00c                         | 271,25d                      | 5820,53f                             | 340,50a | 2,38d             |
| 13 | D 2B604 HX       | 61,75c        | 7,50b | 303,50c                    | 346,25c                    | 201,75c                         | 346,25c                      | 5704,03f                             | 285,50c | 3,38c             |
| 14 | D 2B707 HX       | 32,00f        | 8,75a | 305,13c                    | 348,50c                    | 201,25c                         | 348,50c                      | 5470,97g                             | 252,50c | 1,88d             |
| 15 | SG 6030 YG       | 51,00d        | 8,00a | 367,13b                    | 420,88b                    | 250,00b                         | 420,88b                      | 4992,04j                             | 301,25b | 5,58b             |
| 16 | P 30F53 HX       | 49,75d        | 8,25a | 350,13b                    | 398,63b                    | 237,50b                         | 398,63b                      | 6590,80c                             | 334,25b | 2,80c             |
| 17 | P 30R50          | 50,50d        | 8,75a | 310,38c                    | 353,88c                    | 205,00c                         | 353,88c                      | 6581,11c                             | 311,25b | 2,20d             |
| 18 | P 30K64 HX       | 68,25b        | 8,50a | 454,13a                    | 488,63a                    | 313,00a                         | 488,63a                      | 4807,28k                             | 350,75a | 3,35c             |
| 19 | P 30R50 HX       | 30,25f        | 9,25a | 304,50c                    | 346,25c                    | 198,75c                         | 346,25c                      | 6872,09b                             | 348,25a | 1,98d             |
| 20 | SYN 7B28 VIPTERA | 38,25e        | 9,00a | 304,50c                    | 346,25c                    | 198,75c                         | 346,25c                      | 6834,20b                             | 372,25a | 6,33a             |
| 21 | STATUS VIPTERA   | 29,75f        | 7,75a | 234,50d                    | 266,00d                    | 188,00c                         | 266,00d                      | 6432,83d                             | 237,50c | 4,95b             |
| 22 | FORMULA TL       | 31,75f        | 7,50b | 310,38c                    | 353,88c                    | 205,00c                         | 353,88c                      | 5268,54h                             | 246,50c | 5,08b             |
| 23 | DB 2A525 HX      | 24,00g        | 7,25b | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 6502,81d                             | 252,50c | 3,03c             |
| 24 | BM 9115          | 42,75e        | 7,00b | 350,13b                    | 398,63b                    | 237,50b                         | 398,63b                      | 6553,53c                             | 360,75a | 3,53c             |
|    | CV(%)            | 7,22          | 10,05 | 7,76                       | 8,73                       | 9,65                            | 8,73                         | 1,13                                 | 7,63    | 9,1               |

Tabela 20. Número de plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso da doença e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Ortigueira-PR. 2011/2012.

| Híbrido             | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g)             | Grãos Ardidos (%) |
|---------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 B 19275 VT PRO    | 60,25c*       | 6,75b | 279,63c                    | 316,63c                    | 184,00c                         | 316,63c                      | 5083,30i                             | 330,50b             | 1,33e             |
| 2 AG 8025           | 61,25c        | 8,00a | 231,88d                    | 258,38d                    | 145,75d                         | 258,38d                      | 6077,23e                             | 349,75a             | 2,20d             |
| 3 AG 8041 YG        | 30,00f        | 8,00a | 304,50c                    | 348,50c                    | 198,00c                         | 348,50c                      | 6452,48d                             | 361,75a             | 2,75c             |
| 4 AS 1555 YG        | 49,00d        | 8,00a | 265,13d                    | 299,13d                    | 169,50c                         | 299,13d                      | 6811,68b                             | 314,75b             | 3,33c             |
| 5 AS 1656           | 79,50a        | 8,50a | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 5701,25f                             | 362,50a             | 1,43e             |
| 6 AGN 30A68 HX      | 31,25f        | 7,25b | 231,88d                    | 258,38d                    | 145,75d                         | 258,38d                      | 6116,77e                             | 304,75b             | 2,40d             |
| 7 BG 7046 HX        | 39,25e        | 8,25a | 409,63a                    | 245,13d                    | 279,75a                         | 245,13d                      | 5175,66i                             | 336,25b             | 2,00d             |
| 8 BG 7049 HX        | 43,25e        | 7,50b | 454,13a                    | 270,75d                    | 312,25a                         | 270,75d                      | 3484,39i                             | 327,00b             | 6,13a             |
| 9 BG 7051 HX        | 47,25d        | 8,25a | 350,13b                    | 398,63b                    | 237,50b                         | 398,63b                      | 6692,62c                             | 216,00c             | 3,70c             |
| 10 DKB 240 VT PRO   | 25,25g        | 8,25a | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 7426,82a                             | 324,75b             | 0,95e             |
| 11 DKB 250 VT PRO   | 41,50e        | 5,00c | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 6478,23d                             | 335,00b             | 0,98e             |
| 12 D 2A550 HX       | 59,00c        | 8,25a | 239,63d                    | 271,25d                    | 186,00c                         | 271,25d                      | 5820,53f                             | 340,50a             | 2,38d             |
| 13 D 2B604 HX       | 61,75c        | 7,50b | 303,50c                    | 346,25c                    | 201,75c                         | 346,25c                      | 5704,03f                             | 285,50c             | 3,38c             |
| 14 D 2B707 HX       | 32,00f        | 8,75a | 305,13c                    | 348,50c                    | 201,25c                         | 348,50c                      | 5470,97g                             | 252,50c             | 1,88d             |
| 15 SG 6030 YG       | 51,00d        | 8,00a | 367,13b                    | 420,88b                    | 250,00b                         | 420,88b                      | 4992,04j                             | 301,25b             | 5,58b             |
| 16 P 30F53 HX       | 49,75d        | 8,25a | 350,13b                    | 398,63b                    | 237,50b                         | 398,63b                      | 6590,80c                             | 334,25b             | 2,80c             |
| 17 P 30R50          | 50,50d        | 8,75a | 310,38c                    | 353,88c                    | 205,00c                         | 353,88c                      | 6581,11c                             | 311,25b             | 2,20d             |
| 18 P 30K64 HX       | 68,25b        | 8,50a | 454,13a                    | 488,63a                    | 313,00a                         | 488,63a                      | 4807,28k                             | 350,75a             | 3,35c             |
| 19 P 30R50 HX       | 30,25f        | 9,25a | 304,50c                    | 346,25c                    | 198,75c                         | 346,25c                      | 6872,09b                             | 348,25a             | 1,98d             |
| 20 SYN 7B28 VIPTERA | 38,25e        | 9,00a | 304,50c                    | 346,25c                    | 198,75c                         | 346,25c                      | 6834,20b                             | 372,25 <sup>a</sup> | 6,33a             |
| 21 STATUS VIPTERA   | 29,75f        | 7,75a | 234,50d                    | 266,00d                    | 188,00c                         | 266,00d                      | 6432,83d                             | 237,50c             | 4,95b             |
| 22 FORMULA TL       | 31,75f        | 7,50b | 310,38c                    | 353,88c                    | 205,00c                         | 353,88c                      | 5268,54h                             | 246,50c             | 5,08b             |
| 23 DB 2A525 HX      | 24,00g        | 7,25b | 144,50e                    | 168,13e                    | 111,50e                         | 168,13e                      | 6502,81d                             | 252,50c             | 3,03c             |
| 24 BM 9115          | 42,75e        | 7,00b | 350,13b                    | 398,63b                    | 237,50b                         | 398,63b                      | 6553,53c                             | 360,75a             | 3,53c             |
| C.V. (%)            | 7,22          | 10,05 | 7,76                       | 8,73                       | 9,65                            | 8,73                         | 1,13                                 | 7,63                | 9,1               |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade

Tabela 21. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso de doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Pirai do Sul-PR. 2011/2012.

| Híbrido           | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|-------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1 B 19275 VT PRO  | 19,25b*       | 7,75a | 352,75b                    | 228,50b                    | 246,25b                         | 189,00b                      | 8284,86b                             | 359,75b | 0,23b             |
| 2 AG 8025         | 8,75d         | 8,25a | 253,25d                    | 191,00c                    | 145,75d                         | 136,50d                      | 11078,35a                            | 449,50a | 1,55a             |
| 3 AG 8041 YG      | 8,50d         | 8,00a | 304,50c                    | 207,00c                    | 194,50c                         | 164,50c                      | 8052,68b                             | 409,50a | 1,60a             |
| 4 AS 1555 YG      | 7,25d         | 8,75a | 253,25d                    | 191,00c                    | 145,75d                         | 136,50d                      | 10672,43a                            | 359,00b | 0,13b             |
| 5 AS 1056         | 8,00d         | 8,00a | 253,25d                    | 191,00c                    | 145,75d                         | 136,50d                      | 11656,36a                            | 373,75b | 0,98b             |
| 6 AGN 30A68 HX    | 8,25d         | 8,50a | 454,13a                    | 300,50a                    | 331,75a                         | 244,13a                      | 9473,73b                             | 348,25b | 0,63b             |
| 7 BG 7046         | 16,50b        | 7,50a | 454,13a                    | 300,50a                    | 331,75a                         | 244,13a                      | 8874,37b                             | 355,50b | 1,28a             |
| 8 BG 7051 H       | 7,75d         | 7,00a | 195,50e                    | 149,00d                    | 193,00c                         | 101,50e                      | 10816,21a                            | 367,25b | 1,98a             |
| 9 DKB 240 VT PRO  | 11,25c        | 5,25b | 164,75e                    | 120,75e                    | 164,00d                         | 87,50e                       | 10472,19a                            | 281,75c | 0,58b             |
| 10 DKB 245        | 7,75d         | 6,75a | 153,00e                    | 112,25e                    | 150,00d                         | 78,75e                       | 10238,40a                            | 348,00b | 0,53b             |
| 11 DKB 250 VT PRO | 7,00d         | 8,50a | 129,25e                    | 94,50e                     | 129,50d                         | 70,00e                       | 11230,24a                            | 364,75b | 0,95b             |
| 12 D 2A550 HX     | 7,50d         | 5,25b | 242,13d                    | 184,75c                    | 231,50b                         | 128,63d                      | 10929,59a                            | 357,25b | 0,28b             |
| 13 D 2B604 HX     | 8,75d         | 9,25a | 295,00c                    | 213,75c                    | 266,50b                         | 158,38c                      | 9562,49b                             | 313,75c | 0,70b             |
| 14 D 2B707 HX     | 9,50d         | 8,50a | 303,50c                    | 196,50c                    | 195,25c                         | 162,75c                      | 8828,02b                             | 308,75c | 0,48b             |
| 15 SG 6030 YG     | 11,50c        | 8,00a | 372,25b                    | 243,25b                    | 268,25b                         | 201,25b                      | 9680,07b                             | 362,75b | 1,05b             |
| 16 P 30F53 H      | 12,25c        | 5,25b | 352,75b                    | 228,50b                    | 246,25b                         | 190,75b                      | 10884,89a                            | 336,50b | 0,83b             |
| 17 P 30R50        | 18,25b        | 8,25a | 307,75c                    | 191,25c                    | 198,75c                         | 162,75c                      | 9919,46b                             | 343,25b | 2,15a             |
| 18 P 30K64 H      | 10,75c        | 8,25a | 454,00a                    | 302,00a                    | 344,75a                         | 242,38a                      | 9474,12b                             | 325,25c | 0,83b             |
| 19 P 30R50 H      | 23,00a        | 8,00a | 309,38c                    | 191,25c                    | 201,25c                         | 163,63c                      | 9830,39b                             | 358,25b | 1,55a             |
| 20 SYN 7B28       |               |       |                            |                            |                                 |                              |                                      |         |                   |
| VIPTERA           | 9,25d         | 7,75a | 279,75c                    | 198,25c                    | 170,25d                         | 152,25c                      | 10134,06a                            | 355,75b | 1,73a             |
| 21 STATUS         |               |       |                            |                            |                                 |                              |                                      |         |                   |
| VIPTERA           | 10,00c        | 8,25a | 249,88d                    | 183,00c                    | 222,75c                         | 133,88d                      | 9675,88b                             | 354,00b | 0,30b             |
| 22 FORMULA TL     | 10,25c        | 1,25c | 275,38c                    | 175,50c                    | 170,25d                         | 141,75d                      | 9453,01b                             | 345,50b | 0,53b             |
| C.V. (%)          | 12,40         | 10,70 | 9,14                       | 9,17                       | 14,16                           | 8,77                         | 10,25                                | 6,96    | 55,06             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

Tabela 22. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso de doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Tibagi-PR. 2011/2012.

|    | Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|----|------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1  | B 19275 VT PRO   | 6,25e*        | 9,75a | 339,13c                    | 246,00b                    | 216,63c                         | 365,50c                      | 8991,70d                             | 366,50b | 2,03b             |
| 2  | AG 8025          | 11,75b        | 8,75a | 249,75e                    | 145,50d                    | 150,75e                         | 267,00e                      | 10315,26b                            | 475,00a | 2,03b             |
| 3  | AG 8041 YG       | 8,25d         | 7,25a | 276,38e                    | 179,25c                    | 170,25d                         | 300,38e                      | 9760,87c                             | 431,25a | 1,33c             |
| 4  | AG 8021 YG       | 13,00b        | 8,00a | 339,13c                    | 246,00b                    | 214,88c                         | 365,50c                      | 8787,96d                             | 330,25b | 1,38c             |
| 5  | AS 1555 YG       | 12,75b        | 7,75a | 249,75e                    | 145,50d                    | 150,75e                         | 267,00e                      | 10056,91b                            | 370,25b | 0,98c             |
| 6  | AS 1656          | 12,13b        | 7,75a | 423,38a                    | 340,38a                    | 275,50a                         | 466,00a                      | 9500,14c                             | 438,00a | 1,88b             |
| 7  | AGN 30A68 HX     | 9,25d         | 3,25c | 249,75e                    | 145,50d                    | 150,75e                         | 267,00e                      | 10074,43b                            | 350,00b | 0,38d             |
| 8  | BG 7046          | 19,13a        | 6,50b | 438,75a                    | 352,75a                    | 287,00a                         | 481,50a                      | 7658,58f                             | 336,25b | 3,90a             |
| 9  | BG 7051 H        | 10,63c        | 6,25b | 134,38f                    | 141,50d                    | 99,50g                          | 151,75f                      | 10755,92a                            | 352,00b | 1,68b             |
| 10 | DKB 240 VT PRO   | 12,13b        | 7,00a | 163,13f                    | 170,00d                    | 120,50f                         | 175,75f                      | 10929,06a                            | 359,75b | 0,63d             |
| 11 | DKB 245          | 11,50b        | 9,00a | 158,88f                    | 165,88d                    | 116,25f                         | 168,13f                      | 9729,93c                             | 389,00b | 1,58b             |
| 12 | DKB 250 VT PRO   | 4,63f         | 8,75a | 134,38f                    | 141,50d                    | 99,50g                          | 151,75f                      | 10983,40a                            | 337,75b | 0,08d             |
| 13 | DOW 2A 550 HX    | 6,38e         | 7,50a | 234,50e                    | 139,00d                    | 144,50e                         | 252,50e                      | 9884,63c                             | 365,50b | 0,55d             |
| 14 | DOW 2B707 HX     | 2,75g         | 8,25a | 318,88d                    | 240,13b                    | 200,13c                         | 344,25d                      | 8217,20e                             | 347,25b | 0,18d             |
| 15 | DOW 2B604 HX     | 5,00f         | 8,75a | 296,00d                    | 198,00c                    | 183,00d                         | 320,50d                      | 9272,04d                             | 357,75b | 0,05d             |
| 16 | SG 6030 YG       | 12,13b        | 9,25a | 377,38b                    | 287,63b                    | 244,00b                         | 414,00b                      | 8360,48e                             | 359,00b | 1,03c             |
| 17 | P 30F53 H        | 7,13e         | 7,75a | 350,13c                    | 257,88b                    | 225,63c                         | 378,38c                      | 9349,46b                             | 372,00b | 0,95c             |
| 18 | P 30R50          | 7,38e         | 8,25a | 301,88d                    | 207,50c                    | 186,13d                         | 329,13d                      | 9041,70d                             | 415,50a | 3,25a             |
| 19 | P 30K64 H        | 7,13e         | 7,25a | 408,00a                    | 324,50a                    | 264,00a                         | 450,50a                      | 9973,58f                             | 363,50b | 1,30c             |
| 20 | P 30R50 H        | 3,38g         | 9,25a | 300,88d                    | 208,75c                    | 186,13d                         | 330,13d                      | 11350,44a                            | 437,25a | 0,50d             |
| 21 | SYN 7B28 VIPTERA | 5,63f         | 7,25a | 249,88e                    | 151,13d                    | 154,13e                         | 269,50e                      | 10163,94b                            | 357,25b | 1,40c             |
| 22 | STATUS VIPTERA   | 10,13c        | 7,75a | 237,13e                    | 141,38d                    | 146,00e                         | 256,63e                      | 10389,63b                            | 385,75b | 1,00c             |
| 23 | FORMULA TL       | 19,88a        | 5,25b | 377,38b                    | 306,38a                    | 245,75b                         | 414,00b                      | 8913,47d                             | 360,25b | 1,90b             |
|    | C.V. (%)         | 11,29         | 15,34 | 7,14                       | 12,27                      | 7,77                            | 7,00                         | 2,37                                 | 6,71    | 14,53             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

Tabela 23. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso das doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Tibagi-PR. 2011/2012.

| Híbrido             | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|---------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1 B 19275 VT PRO    | 7,50e*        | 7,75a | 339,13c                    | 248,25d                    | 246,25c                        | 365,50c                      | 9385,43c                             | 381,25a | 1,98b             |
| 2 AG 8041 YG        | 15,00c        | 8,75a | 276,38d                    | 196,25e                    | 169,38d                        | 300,38d                      | 9626,67b                             | 335,25b | 1,00d             |
| 3 AS 1555 YG        | 14,00c        | 8,00a | 249,75e                    | 169,00e                    | 136,00d                        | 267,00e                      | 9789,66b                             | 335,25b | 0,78e             |
| 4 AS 1656           | 15,50c        | 8,50a | 116,50f                    | 142,25e                    | 149,50d                        | 130,00f                      | 9038,55e                             | 343,50b | 0,15f             |
| 5 BG 7046 HX        | 19,75b        | 8,50a | 438,75a                    | 430,50a                    | 382,75a                        | 481,50a                      | 9208,18d                             | 367,25a | 2,53a             |
| 6 DKB 240 VT PRO    | 18,75b        | 5,50c | 163,13f                    | 175,00e                    | 204,50c                        | 175,75f                      | 10307,13a                            | 373,00a | 0,98d             |
| 7 DKB 245           | 15,50c        | 7,25a | 158,88f                    | 188,50e                    | 194,50c                        | 168,13f                      | 9823,37b                             | 340,25b | 0,13f             |
| 8 DKB 250 VT PRO    | 10,25d        | 8,00a | 134,38f                    | 162,75e                    | 169,50d                        | 151,75f                      | 9689,59b                             | 372,25a | 0,70e             |
| 9 DOW 2A 550 HX     | 15,75c        | 8,00a | 234,50e                    | 263,50d                    | 157,75d                        | 252,50e                      | 9764,22b                             | 356,25a | 1,30c             |
| 10 DOW 2B707 HX     | 2,50g         | 7,50a | 318,88c                    | 244,75d                    | 221,88c                        | 344,25d                      | 8423,52f                             | 338,75b | 1,00d             |
| 11 DOW 2B604 HX     | 4,75f         | 8,00a | 296,00d                    | 207,50d                    | 211,50c                        | 320,50d                      | 9157,14d                             | 313,75c | 1,30c             |
| 12 SG 6030 YG       | 21,75a        | 8,25a | 377,38b                    | 311,25c                    | 317,00b                        | 414,00b                      | 9436,55c                             | 366,50a | 0,78e             |
| 13 P 30F53 H        | 14,00c        | 6,50b | 350,13c                    | 317,00c                    | 368,50a                        | 378,38c                      | 9620,57b                             | 333,50b | 1,13d             |
| 14 P30R50           | 8,75e         | 7,50a | 301,88d                    | 224,00d                    | 211,88c                        | 329,13d                      | 8427,63f                             | 381,25a | 1,03d             |
| 15 P 30R50 H        | 11,25d        | 7,50a | 300,88d                    | 221,50d                    | 212,13c                        | 330,13d                      | 9658,57b                             | 342,25b | 0,93d             |
| 16 P 30K64 H        | 10,50d        | 6,88b | 438,75a                    | 436,00a                    | 424,25a                        | 481,50a                      | 8283,18f                             | 338,00b | 0,73e             |
| 17 SYN 7B28 VIPTERA | 10,00d        | 9,50a | 249,88e                    | 235,50d                    | 240,13c                        | 269,50e                      | 9676,69e                             | 344,00b | 0,08f             |
| 18 STATUS VIPTERA   | 16,00c        | 8,50a | 237,13e                    | 166,25e                    | 145,00d                        | 256,63e                      | 8828,15e                             | 294,00c | 0,25f             |
| 19 FORMULA TL       | 18,25b        | 5,25c | 377,38b                    | 373,00b                    | 281,50b                        | 414,00b                      | 9520,36c                             | 324,75b | 0,60e             |
| C.V. (%)            | 7,89          | 10,58 | 7,92                       | 9,54                       | 15,87                          | 7,80                         | 1,63                                 | 5,16    | 14,45             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

Tabela 24. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso das doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Ponta Grossa-PR. 2011/2012.

|    | Híbrido        | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|----|----------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1  | AG 8041 YG     | 13,00e*       | 9,00a | 360,50e                    | 481,50e                    | 247,00d                        | 119,00e                      | 9971,83c                             | 389,25a | 1,10d             |
| 2  | AS 1555 YG     | 13,00e        | 7,00b | 341,25e                    | 451,50e                    | 230,25d                        | 112,00e                      | 10486,29a                            | 368,50b | 0,98d             |
| 3  | AS 1656        | 14,00d        | 7,00b | 176,75g                    | 236,75g                    | 120,25f                        | 61,25g                       | 10327,23b                            | 385,75a | 1,40b             |
| 4  | B 199275 PRO   | 14,00d        | 7,00b | 416,50c                    | 554,25c                    | 285,50c                        | 138,25d                      | 9881,96c                             | 330,75d | 1,20c             |
| 5  | BG 7046        | 20,00b        | 8,00a | 511,00a                    | 690,00a                    | 354,00a                        | 175,00a                      | 9673,58c                             | 331,25d | 2,30a             |
| 6  | DKB 240 VT PRO | 15,00d        | 5,00c | 206,50g                    | 273,25g                    | 142,75f                        | 68,25g                       | 10727,22a                            | 321,50e | 0,60f             |
| 7  | DKB 245        | 12,00e        | 7,00b | 192,50g                    | 253,25g                    | 132,50f                        | 64,75g                       | 10523,43a                            | 365,25b | 0,95d             |
| 8  | DKB 250 VT PRO | 8,00g         | 8,00a | 176,75g                    | 236,75g                    | 120,25f                        | 61,25g                       | 10488,76a                            | 326,75e | 0,70f             |
| 9  | DOW 2A550 HX   | 10,00f        | 8,00a | 287,00f                    | 381,50f                    | 201,50e                        | 94,50f                       | 10086,12b                            | 348,75d | 0,95d             |
| 10 | DOW 2B604 HX   | 10,25f        | 8,00a | 371,00d                    | 490,00e                    | 252,00d                        | 126,00d                      | 9531,61c                             | 334,75d | 0,70f             |
| 11 | DOW 2B707 HX   | 8,00g         | 9,00a | 381,50d                    | 512,00d                    | 265,25c                        | 131,25d                      | 9159,66d                             | 311,50e | 0,80e             |
| 12 | FORMULTA TL    | 20,00b        | 5,00c | 353,50e                    | 469,00e                    | 243,50d                        | 119,00e                      | 9939,12c                             | 336,25d | 1,00d             |
| 13 | P 30F53 H      | 13,00e        | 8,00a | 437,50b                    | 586,75b                    | 301,50b                        | 145,25c                      | 10712,99a                            | 342,00d | 1,03d             |
| 14 | P 30K64 H      | 17,00c        | 9,00a | 511,00a                    | 690,00a                    | 354,00a                        | 175,00a                      | 8799,49e                             | 319,50e | 1,05d             |
| 15 | P 30R50        | 17,00c        | 8,00a | 381,50d                    | 512,00d                    | 265,25c                        | 131,25d                      | 9700,16c                             | 371,75b | 2,40a             |
| 16 | P 30R50 H      | 10,25f        | 8,00a | 381,50d                    | 512,00d                    | 265,25c                        | 131,25d                      | 10713,94a                            | 373,50b | 1,05d             |
| 17 | SG 6030 YG     | 23,00a        | 8,00a | 465,50b                    | 627,00b                    | 321,50b                        | 157,50b                      | 9137,19d                             | 339,50d | 1,00d             |
| 18 | STATUS VIPTERA | 16,00c        | 8,00a | 336,00e                    | 446,25e                    | 230,25d                        | 112,00e                      | 9887,09c                             | 360,00c | 0,80e             |
| 19 | SYN 7B28       | 15,00d        | 7,00b | 336,00e                    | 446,25e                    | 230,25d                        | 112,00e                      | 9853,99c                             | 353,00c | 1,10d             |
|    | CV(%)          | 6,38          | 9,04  | 4,89                       | 4,45                       | 5,13                           | 5,43                         | 1,9                                  | 6,73    | 2,02              |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

Tabela 25. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso das doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Tibagi-PR. 2011/2012.

|    | Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|----|------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1  | B 19275 VT PRO   | 10,25d*       | 3,75c | 329,00b                    | 550,00b                    | 469,50b                         | 384,13b                      | 7331,22g                             | 294,75e | 0,53d             |
| 2  | AG 8041 VT PRO   | 11,50d        | 7,25a | 281,38c                    | 471,75c                    | 403,50c                         | 332,50c                      | 7755,89f                             | 379,75b | 1,00c             |
| 3  | AG 8061 VT PRO   | 10,75d        | 2,75c | 281,38c                    | 471,75c                    | 403,50c                         | 332,50c                      | 7721,07f                             | 365,00c | 0,08f             |
| 4  | AS 1555 YG       | 7,75e         | 3,50c | 255,75d                    | 421,75d                    | 360,50d                         | 295,75d                      | 9287,61b                             | 351,25c | 1,00c             |
| 5  | AS 1656          | 12,25d        | 2,50c | 140,25e                    | 236,75e                    | 202,50e                         | 168,88e                      | 8722,85c                             | 357,00c | 1,28b             |
| 6  | AGN 30A68 HX     | 7,25e         | 2,00c | 140,25e                    | 236,75e                    | 202,50e                         | 168,88e                      | 8639,75c                             | 316,25d | 0,75d             |
| 7  | BG 7046          | 25,00b        | 7,00a | 409,75a                    | 689,00a                    | 587,50a                         | 484,75a                      | 6399,38h                             | 425,00a | 0,40e             |
| 8  | DKB 240 VT PRO   | 11,25d        | 1,25d | 161,38e                    | 271,75e                    | 230,50e                         | 190,75e                      | 8753,40c                             | 312,00d | 0,25e             |
| 9  | DKB 175 VT PRO   | 27,75b        | 7,50a | 414,88a                    | 697,75a                    | 595,25a                         | 492,63a                      | 7376,46g                             | 362,75c | 0,33e             |
| 10 | DKB 245          | 10,00d        | 2,25c | 164,00e                    | 271,75e                    | 229,50e                         | 189,88e                      | 8615,18c                             | 340,50c | 0,43e             |
| 11 | DKB 250 VT PRO   | 4,25f         | 7,25a | 129,25e                    | 217,50e                    | 187,50e                         | 155,75e                      | 8700,09c                             | 329,00d | 0,38e             |
| 12 | DOW 2A 550 HX    | 5,25f         | 8,00a | 232,00d                    | 387,75d                    | 327,75d                         | 270,38d                      | 7978,01e                             | 350,50c | 0,08f             |
| 13 | DOW 2B707 HX     | 4,50f         | 7,75a | 334,88b                    | 560,50b                    | 480,00b                         | 392,00b                      | 7705,45f                             | 300,00e | 0,10f             |
| 14 | DOW 2B604 HX     | 6,50e         | 5,00b | 295,00c                    | 491,00c                    | 420,25c                         | 344,75c                      | 7666,28f                             | 317,75d | 0,13f             |
| 15 | LG 6033          | 14,25d        | 7,75a | 295,00c                    | 491,00c                    | 420,25c                         | 344,75c                      | 7597,95f                             | 344,00c | 1,03c             |
| 16 | SG 6030 YG       | 30,75a        | 7,50a | 385,88a                    | 649,75a                    | 554,25a                         | 457,63a                      | 7283,28g                             | 322,75d | 0,55d             |
| 17 | P 30F53 H        | 7,00e         | 8,25a | 353,50b                    | 592,00b                    | 508,00b                         | 413,00b                      | 10103,86a                            | 342,75c | 0,73d             |
| 18 | P 30R50          | 25,75b        | 7,00a | 314,63b                    | 524,50b                    | 447,50b                         | 367,50b                      | 8256,54d                             | 378,25b | 1,00c             |
| 19 | P 30K64 H        | 32,25a        | 8,00a | 414,88 <sup>a</sup>        | 697,75a                    | 595,25a                         | 492,63a                      | 6294,06h                             | 323,00d | 0,58d             |
| 20 | P30F53 H         | 11,00d        | 7,00a | 338,38b                    | 566,50b                    | 481,75b                         | 392,88b                      | 8759,50c                             | 330,75d | 0,35e             |
| 21 | P 32R22 H        | 10,50d        | 0,50d | 232,00d                    | 387,75d                    | 327,75d                         | 270,38d                      | 8009,78e                             | 340,50c | 1,75a             |
| 22 | SYN 7B28 VIPTERA | 19,25c        | 7,25a | 257,50d                    | 425,25d                    | 362,50d                         | 299,25d                      | 7711,04f                             | 336,25c | 0,28e             |
| 23 | STATUS VIPTERA   | 7,00e         | 6,75a | 252,38d                    | 414,75d                    | 353,75d                         | 293,13d                      | 8056,33e                             | 356,50c | 0,38e             |
| 24 | FORMULA TL       | 20,75c        | 1,25d | 269,50d                    | 453,25c                    | 387,00c                         | 316,75c                      | 7188,27g                             | 439,75a | 0,35e             |
| 25 | CELERON TL       | 11,00d        | 1,00d | 338,38b                    | 566,50b                    | 481,75b                         | 392,88b                      | 8781,15c                             | 332,50d | 1,70a             |
|    | C.V. (%)         | 12,07         | 17,78 | 9,38                       | 9,45                       | 9,48                            | 9,51                         | 1,69                                 | 4,30    | 23,02             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

Tabela 26. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso das doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Tibagi-PR. 2011/2012.

| Híbrido             | Dominadas (%) | Colmo  | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|---------------------|---------------|--------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1 B 19275 VT PRO    | 8,00b*        | 9,50b  | 341,75c                    | 549,00b                    | 452,00c                        | 397,50b                      | 9270,45b                             | 332,50b | 0,20d             |
| 2 AG 8041 YG        | 10,25a        | 15,50a | 281,38d                    | 465,75b                    | 368,50e                        | 333,00d                      | 8300,53c                             | 401,50a | 0,45c             |
| 3 AS 1555 YG        | 9,50a         | 14,63a | 249,75e                    | 407,75c                    | 243,50g                        | 289,00e                      | 8419,91c                             | 383,25a | 0,68c             |
| 4 AS 1656           | 9,25a         | 7,75c  | 124,13g                    | 193,00d                    | 181,25h                        | 148,00g                      | 9033,50b                             | 386,75a | 1,00b             |
| 5 BG 7046           | 8,75a         | 13,50a | 423,38a                    | 654,00a                    | 563,00a                        | 431,75a                      | 8868,90b                             | 348,25b | 1,13a             |
| 6 DKB 240 VT PRO    | 6,75c         | 10,25b | 175,75f                    | 303,25c                    | 247,75g                        | 203,50f                      | 10108,25a                            | 316,75b | 0,28d             |
| 7 DKB 175 VT PRO    | 8,00b         | 15,50a | 425,00a                    | 649,50a                    | 544,75a                        | 437,00a                      | 7851,52d                             | 380,75a | 0,48c             |
| 8 DKB 245           | 8,00b         | 16,00a | 154,63f                    | 235,00d                    | 219,00g                        | 178,75f                      | 9073,18b                             | 343,50b | 0,75b             |
| 9 DKB 250 VT PRO    | 8,00b         | 9,63b  | 129,25g                    | 208,75d                    | 187,50h                        | 156,00g                      | 9035,16b                             | 318,75b | 1,00b             |
| 10 DOW 2A 550 HX    | 8,50a         | 15,20a | 229,50e                    | 325,00c                    | 289,00f                        | 268,00e                      | 9257,55b                             | 357,00a | 0,60c             |
| 11 DOW 2B707 HX     | 8,75a         | 8,00c  | 306,13d                    | 443,00b                    | 331,00e                        | 359,25c                      | 8183,12c                             | 307,00b | 0,83b             |
| 12 DOW 2B604 HX     | 8,75a         | 5,25d  | 296,00d                    | 465,75b                    | 315,00f                        | 347,00c                      | 8393,17c                             | 330,25b | 0,93b             |
| 13 SG 6030 YG       | 8,75a         | 14,63a | 372,25b                    | 502,50b                    | 484,25b                        | 422,00a                      | 8321,05c                             | 355,50a | 0,73b             |
| 14 P 30F53 H        | 8,75a         | 11,50b | 340,88c                    | 488,50b                    | 399,50d                        | 393,25b                      | 9206,94b                             | 333,00b | 1,33a             |
| 15 P30R50           | 8,50a         | 15,25a | 292,38d                    | 367,50c                    | 351,25e                        | 346,00c                      | 8826,25b                             | 387,00a | 1,18a             |
| 16 P 30R50 H        | 8,50a         | 10,75b | 307,75d                    | 507,75b                    | 335,50e                        | 362,75c                      | 8631,47c                             | 371,75a | 1,00b             |
| 17 P 30K64 H        | 8,25b         | 12,88a | 425,00a                    | 597,75a                    | 501,75b                        | 449,25a                      | 7839,58d                             | 317,25b | 0,90b             |
| 18 SYN 7B28 VIPTERA | 8,00b         | 14,63a | 234,50e                    | 374,50c                    | 315,50f                        | 273,00e                      | 9688,65a                             | 362,25a | 0,93b             |
| 19 STATUS VIPTERA   | 6,75c         | 15,88a | 234,50e                    | 383,25c                    | 298,00f                        | 273,00e                      | 8794,43b                             | 358,75a | 0,48c             |
| 20 FORMULA TL       | 3,25d         | 16,75a | 266,88e                    | 413,00c                    | 347,75e                        | 312,50d                      | 9774,00a                             | 333,50b | 0,18d             |
| C.V.(%)             | 9,86          | 9,78   | 6,00                       | 15,66                      | 7,80                           | 6,09                         | 2,94                                 | 6,36    | 19,87             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Tabela 27. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso das doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Ventania- PR. 2011/2012.

| Híbrido             | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghii</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zeae-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|---------------------|---------------|-------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1 B 19275 VT PRO    | 23,50a        | 3,00c | 341,75d                     | 684,50d                    | 770,50d                         | 397,25d                      | 9887,67g                             | 295,00e | 0,30d             |
| 2 AG 8011 VT PRO    | 12,25d        | 2,25c | 257,50e                     | 513,00e                    | 576,00e                         | 299,25e                      | 10327,67e                            | 295,25e | 1,03b             |
| 3 AG 8041 YG        | 20,25b        | 6,75a | 293,38d                     | 588,00d                    | 666,25d                         | 345,63d                      | 10105,97f                            | 370,75a | 1,08b             |
| 4 AS 1555 YG        | 10,75e        | 2,75c | 260,88e                     | 518,25e                    | 583,75e                         | 303,63e                      | 10340,64e                            | 344,00b | 0,60c             |
| 5 BG 7046           | 15,75c        | 3,50c | 444,63b                     | 893,75b                    | 1007,50b                        | 527,63b                      | 10933,53a                            | 320,00d | 1,58a             |
| 6 DKB 175 VT PRO    | 21,00b        | 1,50d | 544,13a                     | 1086,75a                   | 1230,25a                        | 637,88a                      | 9364,60i                             | 343,00b | 0,58c             |
| 7 DKB 240 VT PRO    | 11,75e        | 0,75d | 165,63g                     | 331,00g                    | 370,25g                         | 191,63g                      | 10517,10d                            | 313,25d | 0,33d             |
| 8 DKB 245           | 15,25c        | 1,25d | 153,88g                     | 307,25g                    | 342,50g                         | 178,50g                      | 9145,85j                             | 323,75d | 0,40d             |
| 9 DKB 250 VT PRO    | 15,25c        | 1,00d | 140,25g                     | 282,75g                    | 320,50g                         | 168,88g                      | 8665,88k                             | 289,25e | 0,48c             |
| 10 DOW 2A550 HX     | 7,25f         | 4,25c | 229,50e                     | 462,50e                    | 513,00f                         | 267,75f                      | 10158,55f                            | 316,50d | 0,40d             |
| 11 DOW 2B604 HX     | 9,75e         | 7,50a | 303,50d                     | 603,75d                    | 685,25d                         | 356,13d                      | 9648,46h                             | 318,25d | 0,33d             |
| 12 DOW 2B707 HX     | 7,50f         | 7,25a | 313,63d                     | 629,25d                    | 713,25d                         | 370,13d                      | 9670,89h                             | 292,25e | 0,58c             |
| 13 LG 6033          | 19,25b        | 7,00a | 543,13a                     | 1083,50a                   | 1221,75a                        | 631,75a                      | 10382,82e                            | 320,00d | 1,08b             |
| 14 SG 6030 YG       | 25,50a        | 3,25c | 380,00c                     | 767,00c                    | 866,50c                         | 449,75c                      | 9657,43h                             | 301,75e | 0,20d             |
| 15 P 3046 HX        | 15,50c        | 2,00d | 260,88e                     | 518,25e                    | 583,75e                         | 303,63e                      | 10324,51e                            | 351,25b | 0,38d             |
| 16 P 30F53 HX       | 11,50e        | 4,75b | 344,25d                     | 692,50d                    | 778,25d                         | 400,75d                      | 10991,47a                            | 326,50c | 1,00bb            |
| 17 P 30R50          | 12,75d        | 2,50c | 299,25d                     | 600,50d                    | 680,00d                         | 352,63d                      | 10142,42f                            | 343,50b | 1,45a             |
| 18 P 3989           | 11,25e        | 3,75c | 129,13g                     | 257,50g                    | 295,00g                         | 153,13g                      | 10663,39c                            | 330,25c | 1,40a             |
| 19 P30R50 HX        | 8,50f         | 3,00c | 308,63d                     | 618,75d                    | 698,25d                         | 362,25d                      | 10841,13b                            | 343,50b | 0,28d             |
| 20 FORMULA TL       | 10,25e        | 0,50d | 275,38e                     | 554,25e                    | 626,00e                         | 322,88e                      | 10076,43f                            | 299,25e | 0,60c             |
| 21 STATUS VIPTERA   | 12,75d        | 1,75d | 218,50f                     | 436,00f                    | 493,50f                         | 256,38f                      | 9837,72g                             | 345,75b | 0,38d             |
| 22 SYN 7B28 VIPTERA | 10,75e        | 1,25d | 252,38e                     | 500,75e                    | 562,75e                         | 293,13e                      | 9889,76g                             | 328,25c | 0,45c             |
| C.V. (%)            | 7,91          | 21,50 | 11,03                       | 10,93                      | 10,86                           | 10,83                        | 0,44                                 | 2,92    | 7,68              |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

Tabela 28. Plantas dominadas, dureza do colmo e área abaixo da curva de progresso das doenças e informações relacionadas a produtividade, massa de mil grãos e porcentagem de grãos ardidos com relação aos híbridos precoces avaliados em Arapoti-PR. 2011/2012.

|    | Híbrido          | Dominadas (%) | Colmo | AACPD ( <i>P. sorghi</i> ) | AACPD ( <i>P. maydis</i> ) | AACPD ( <i>C. zea-maydis</i> ) | AACPD ( <i>E. turcicum</i> ) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) | MMG (g) | Grãos Ardidos (%) |
|----|------------------|---------------|-------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 1  | B 19275 VT PRO   | 21,50a*       | 2,75c | 339,13b                    | 566,50b                    | 765,25b                        | 394,63b                      | 7313,17g                             | 326,75a | 0,23c             |
| 2  | AG 8041 YG       | 19,00b        | 6,75a | 287,50c                    | 483,00c                    | 653,00c                        | 339,50c                      | 7495,91f                             | 348,50a | 1,25a             |
| 3  | AS 1555 YG       | 10,75d        | 2,75c | 239,63c                    | 396,50d                    | 534,00d                        | 278,25d                      | 7667,91r                             | 288,75b | 0,55b             |
| 4  | DKB 250 VT PRO   | 13,50c        | 1,75d | 120,75d                    | 204,25e                    | 276,75e                        | 143,50e                      | 8147,63b                             | 295,75b | 0,50b             |
| 5  | DKB 240 VT PRO   | 12,75c        | 0,75d | 146,13d                    | 247,25e                    | 333,50e                        | 174,13e                      | 7970,40c                             | 300,00b | 0,25c             |
| 6  | DKB 175 VT PRO   | 17,75b        | 1,50d | 435,13a                    | 728,25a                    | 984,00a                        | 508,38a                      | 6910,20i                             | 316,25b | 0,55b             |
| 7  | DOW 2A 550 HX    | 6,25e         | 4,50d | 247,25c                    | 405,25d                    | 547,00d                        | 286,13d                      | 8194,44b                             | 307,25b | 0,28c             |
| 8  | 2B707 HX PADRAO  | 7,75e         | 2,50c | 252,38c                    | 414,75d                    | 562,75d                        | 293,13d                      | 7512,67f                             | 302,50b | 0,33c             |
| 9  | DOW 2B587 HX     | 8,75e         | 1,25d | 339,13b                    | 566,50b                    | 765,25b                        | 394,63b                      | 7314,90g                             | 247,00c | 0,33c             |
| 10 | DOW 2B604 HX     | 11,25d        | 5,75a | 295,00c                    | 491,00c                    | 665,25c                        | 344,75c                      | 6667,00j                             | 224,00c | 0,15c             |
| 11 | P 30F53 H        | 12,00d        | 5,00b | 374,88bb                   | 628,75b                    | 851,75b                        | 443,63b                      | 8658,97a                             | 315,00b | 0,70b             |
| 12 | P 30K64 H        | 8,25e         | 4,75b | 433,50a                    | 728,25a                    | 983,00a                        | 510,13a                      | 7806,14d                             | 344,25a | 0,50b             |
| 13 | X35A131 H        | 8,00e         | 5,25b | 435,13a                    | 728,25a                    | 984,00a                        | 508,38a                      | 6978,08i                             | 302,75b | 0,70b             |
| 14 | SYN 7B28 VIPTERA | 11,50d        | 2,75c | 247,38c                    | 413,00d                    | 559,25d                        | 287,88d                      | 7079,60h                             | 305,50b | 0,43b             |
| 15 | STATUS VIPTERA   | 14,25c        | 1,75d | 252,38c                    | 414,75d                    | 562,75d                        | 293,13d                      | 7462,98f                             | 338,50a | 0,30c             |
|    | C.V.(%)          | 8,95          | 17,57 | 11,22                      | 10,81                      | 10,97                          | 11,06                        | 0,52                                 | 4,75    | 14,14             |

\*Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade; C.V.=coeficiente de variação.

## 4.2 DUREZA DO COLMO

O colmo além da função estrutural atua fisiologicamente também como órgão de reserva. Nesse sentido, passa a ser a principal fonte de carboidratos para o enchimento dos grãos, via processo de translocação. No entanto, a redução da atividade fotossintética e a intensa translocação de carboidratos do colmo para a espiga resulta num enfraquecimento dos tecidos do colmo, tornando-os mais suscetíveis ao ataque de patógenos causadores de podridão. Desse modo, é possível afirmar que qualquer fator que reduza a capacidade fotossintética e a produção de carboidratos predispõe as plantas à ocorrência da doença (COSTA; CASELA; COTA, 2011).

Sobre a dureza do colmo, os híbridos que apresentaram os melhores resultados foram: AG 9020 VT PRO, AS 1551 VT PRO e D 2A106, sendo estes iguais estatisticamente e superiores aos demais tratamentos, com notas entre 7,5 e 8,5 (Tabela 15). Para o experimento instalado em Tibagi (Tabela 16), os materiais demonstraram bons resultados, que oscilaram entre as notas 6,50 e 9. A nota máxima (9) foi encontrada no híbrido AS 1551 VT PRO, que não diferiu de AG 9020 VT PRO e D 2A106, e estes por sua vez não diferiram dos demais híbridos nesta avaliação.

Com relação à dureza do colmo, do terceiro experimento com materiais super precoces, os melhores resultados foram obtidos com AS 1551 VT PRO, D 2A106 e P 1630 H, estatisticamente iguais entre si (Tabela 17). Com relação aos três experimentos instalados como super precoces, o ponto comum quanto à qualidade do colmo residiu sobre o híbrido AS 1551 VT PRO (Tabelas 15, 16 e 17).

Na área experimental de Arapoti (Tabela 18), resultados satisfatórios foram observados entre os 25 híbridos avaliados, já que as notas variaram entre 7,5 e 9,0, mesmo com diferenças estatísticas entre eles. Dos nove híbridos que apresentaram superioridade estatística, suas notas variaram entre 8,50 e a nota máxima 9. Sobre o trabalho instalado em Tibagi, apenas o híbrido BG 7046, apresentou inferioridade estatística quanto à dureza do colmo, frente aos outros 23 materiais avaliados (Tabela 19).

Sobre a dureza do colmo entre os materiais avaliados em Ortigueira, houve variabilidade entre os materiais, com notas entre 5 e 9, sendo a nota 5 proveniente exclusivamente do híbrido DKB 250 VT PRO, tratamento este estatisticamente inferior aos demais (Tabela 20). Já no experimento de Piraí do Sul, o material menos resistente e por isso inferior estatisticamente a todos os demais, foi o híbrido FORMULA TL que apresentou a menor média do experimento (1,25), denotando colmos muito fracos (Tabela 21) e em Arapoti, o híbrido 30A68 HX obteve média de 3,25, assegurando assim fragilidade do colmo. Esse resultado foi inferior estatisticamente a todos os outros 22 híbridos avaliados (Tabela 22).

Nos experimentos representados pelas Tabelas 23 e 24, os híbridos com colmos mais frágeis do experimento foram DKB 240 VT PRO e FORMULA TL, sendo este último coincidente com os experimentos realizado em Piraí do Sul na mesma época. Foi possível verificar essa similaridade (Tabela 25), com fragilidade entre os híbridos: DKB 240 VT PRO, FORMULA TL, mas também sobre CELETON TL e P 32R22 H, estatisticamente iguais entre si neste experimento e inferiores aos outros 22 materiais.

Na comparação dos 20 híbridos precoces (Tabela 26), apenas DOW 2B604 HX foi inferior estatisticamente a todos os demais tratamentos, com nota média de 5,25. Sobre o experimento de Ventania, os melhores resultados foram encontrados entre os híbridos: AG 8041 YG, DOW 2B604 HX, DOW 2B 707 HX e LG 6033, porém é válido ressaltar que os outros 18 híbridos apresentaram notas muito baixas, oscilando entre 0,5 e 4,75 e que mesmo entre os melhores materiais deste experimento, nenhum deles alcançou a nota 8.

No experimento com 15 híbridos tardio (Tabela 28), os melhores resultados foram obtidos com os híbridos AG 8041 YG e DOW 2B604 HX, apesar de um índice baixo (5,75 e 6,75 respectivamente), os melhores resultados deveriam ter nota 9, de acordo com a escala utilizada.

Blum et al. (2003) sugerem que população de plantas mais adensadas aumentam a competição intraespecífica por luz, reduzindo a atividade fotossintética da planta e com isso os colmos podem tornar-se mais frágeis,

ficando suscetíveis à entrada de patógenos. Segundo Reis; Casa e Bresolin (2004), a incidência de podridões de colmo é favorecida pelo o aumento da população de plantas, principalmente em materiais suscetíveis.

As fragilidades e podridões do colmo na cultura do milho podem ocorrer antes da fase de enchimento dos grãos, em plantas jovens e vigorosas, ou após a maturação fisiológica dos grãos, em plantas senescentes. No primeiro caso, as perdas se devem à morte prematura das plantas com efeitos negativos no tamanho e no peso dos grãos, como consequência da redução na absorção de água e nutrientes. No segundo caso, as perdas na produção se devem ao tombamento das plantas, o que dificulta a colheita mecânica e expõe as espigas à ação de roedores e ao apodrecimento pelo contato com o solo. O tombamento das plantas é função do peso e da altura da espiga, da quantidade do colmo apodrecida, da dureza da casca e da ocorrência de ventos (COSTA; CASELA; COTA, 2011).

#### 4.3 SENSIBILIDADE ÀS DOENÇAS E SANIDADE DOS GRÃOS

##### 4.3.1 Ferrugem

Os danos associados às doenças foliares são decorrentes do mau funcionamento e da destruição dos tecidos fotossintéticos, devido ao aumento do número e da área das lesões, determinando a necrose na folha. Esse sintoma, seguido da necrose prematura das folhas, limitam o desenvolvimento de grãos (FANTIN; DUARTE; SAWAZAKI, 2005).

Patógenos causadores de ferrugens se reproduzem abundantemente e quando em condições favoráveis infectam e se dispersam rapidamente, mesmo a partir de uma quantidade mínima de inóculo, podendo dar origem a epidemias devastadoras. O inverso é também verdadeiro, ou seja, caso as condições de ambiente sejam desfavoráveis, o inóculo presente, ainda que em

elevada quantidade, não é suficiente para garantir progresso epidêmico (DUDIENAS et al., 2013).

Para os três experimentos instalados com híbridos super precoces (Tabelas 15, 16 e 17), verificou-se que com relação à ferrugem comum, que houve diferença entre os híbridos avaliados em cada experimento, porém houveram justaposições, onde além da ausência da doença no híbrido AG 9020 VT PRO, a maior AACPD foi encontrada no híbrido P 32R22 e a menor no híbrido AS 1551 VT PRO.

Para o experimento com híbrido precoce instalado em Arapoti (Tabela 18), verificou-se que apesar da variabilidade de resultado para a doença, todos os híbridos foram assolados pela ferrugem comum, e BG 7049 HX, foi o híbrido que apresentou a maior área da doença. Já os híbridos mais tolerantes foram: DKB 240 VT PRO, DKB 245 e DKB 250 VT PRO. Para o experimento de Tibagi (Tabela 19), a maior AACPD foi encontrada para o híbrido SG 6030 YG e a menor no híbrido PX23B123-X203.

No experimento de Ortigueira, o híbrido que apresentou a maior severidade ao longo do experimento foram: BG 7046 HX, BG 7049 HX e P 30K64 H, estatisticamente iguais entre si (Tabela 20). Já em Piraí do Sul (Tabela 21), os híbridos demonstraram pelos seus resultados que a doença foi mais agressiva, principalmente nos híbridos: 30A68 HX, BG 7046 e P 30K64 H. Em Arapoti (Tabela 22) os resultados demonstraram maior severidade de ferrugem nos híbridos: AS 1656 e em P 30K64 H.

No município Tibagi (Tabela 23), foram os híbridos BG 7046 HX e P 30K64 H que tiveram as maiores AACPD para *P. sorghi*. Em Ponta Grossa, os resultados obtidos apontam que as maiores AACPD foram observadas nos híbridos BG 7046 e P 30K64 H e este último, principalmente, impactou diretamente na produtividade desse material, inferior estatisticamente aos demais materiais (Tabela 24).

Em Tibagi (Tabela 25), dos 25 híbridos precoces avaliados, os mais sensíveis à ferrugem foram BG 7046, DKB 175 VT PRO, SG 6030 YG e P 30K64 H. Já entre os 20 híbridos (Tabela 26), os materiais com os maiores

patamares de ferrugem comum foram DKB 175 VT PRO e P 30K64 H, estatisticamente iguais entre si.

Já com relação às doenças ocorridas neste período, para o experimento de Ventania foi observado que independente da doença avaliada (ferrugem comum, mancha branca, mancha de turcicum e cercosporiose), os híbridos que tiveram as maiores AACPD foram: DKB 175 VT PRO e LG 6033 (Tabela 27).

No experimento tardio, entre os 15 híbridos avaliados, foi constatado maior AACPD de ferrugem comum para DKB 175 VT PRO, P 30K64 H e X35A131 H, estatisticamente iguais entre si (Tabela 28).

Segundo Pedrosa (2002) a ferrugem comum é uma doença bastante disseminada no Brasil, apesar de que são poucos os relatos na literatura de danos, em lavouras comerciais de milho, devidas a essa doença. Essas informações foram confirmadas em trabalho realizado por Silva; Guimarães e Pedrosa (2004) que ainda citaram pesquisas realizadas por Larson (2001) no Havaí, no qual foram observados danos médios de 35% em híbridos suscetíveis de milho.

#### **4.3.2 Mancha branca**

Outra doença foliar, de grande importância no Brasil, causada inicialmente pela bactéria *Pantoea ananatis* e continuamente pelo fungo *Phaeosphaeria maydis* é a mancha branca ou faosferia (PACCOLA-MEIRELLES et al., 2001). Segundo Fernandes e Oliveira (1997), os híbridos suscetíveis à mancha branca podem chegar a apresentar danos em torno de 60% na produção.

Para o experimento super precoce instalado em Arapoti, a maior AACPD para mancha branca foi com o híbrido P32R22 H (Tabela 15). Este mesmo resultado foi encontrado no experimento em Tibagi (Tabela 17). Naquelas condições, além do híbrido P32R22 H, os materiais D 2A106 e CELERON TL foram equivalentes estatisticamente com o mesmo nível de doença (Tabela 16).

Nesses três experimentos super precoces, é válido salientar o material AG 9020 VT PRO, não apresentou indícios de mancha branca em dois desses experimentos e no terceiro foi um dos três que apresentou melhor sanidade (Tabelas 15, 16 e 17).

Quanto às AACPD de mancha branca, na propriedade de Arapoti verificou-se que a doença ocorreu em todos os híbridos, com variação de resultados estatísticos, e entre eles BG 7049 HX foi o híbrido que apresentou a maior severidade de doença (Tabela 18). Na comparação de sanidade dos 24 híbridos na propriedade em Tibagi (Tabela 19), o que se observou foi maior AACPD para o híbrido SG 6030 e no experimento realizado em Ortigueira (Tabela 20) o híbrido mais sensível à mancha branca foi P 30K64 HX.

Sobre o experimento instalado em Piraí do Sul, verificou-se variabilidade entre os 22 tratamentos, e maior agressividade do patógeno sobre os híbridos 30A68 HX, BG 7046 e P 30K64 H (Tabela 21). Em Arapoti (Tabela 22), foram encontradas as maiores AACPD de mancha branca em AS 1656, BG 7046, P 30K64 H e FORMULTA TL, iguais estatisticamente entre si. Na comparação dos 19 materiais de milho (Tabela 23), os mais sensíveis para a mancha branca foram BG 7046 HX e P 30K64 H.

No experimento localizado em Ponta Grossa (Tabela 24), as maiores AACPD foram encontradas nos híbridos BG 7046 e P 30K64 H, sendo que neste último houve um impacto diretamente na produtividade desse material, que foi inferior estatisticamente aos demais materiais. Para o experimento com 25 híbridos instalados em Tibagi (Tabela 25), verificou que *P. maydis* foi o agente promotor da doença mais agressiva, e que os materiais que apresentaram maior AACPD foram BG 7046, DKB 175 VT PRO, SG 6030 YG e P 30K64 H. Na propriedade de Tibagi (Tabela 26), os resultados foram similares, com maior AACPD para BG 7046, DKB 175 VT PRO e P 30K64 H.

Já com relação à área experimental de Ventania (Tabela 27), foi verificado, que independente da doença avaliada (ferrugem comum, mancha branca, mancha de turcicum e cercosporiose), os híbridos que tiveram as maiores AACPD foram DKB 175 VT PRO e LG 6033.

Nas avaliações realizadas sobre o experimento com 15 híbridos tardios, (Tabela 28), a maior AACPD para mancha branca foi encontrada nos híbridos DKB 175 VT PRO, P 30K64 H e X35A131 H, estatisticamente iguais entre si.

Segundo Fernandes e Oliveira (1997), os híbridos suscetíveis à mancha branca podem chegar a apresentar danos em torno de 60% na produção, já que na última década, tem apresentado elevada severidade, sendo observada em plantas jovens, durante a fase vegetativa, resultando na seca prematura das plantas em genótipos suscetíveis (ROLIM et al., 2007). Esses resultados foram confirmados em experimento realizado por Souza; Pereira e Souza (2015) em Porto Alegre-RS.

#### **4.3.3 Cercosporiose**

A cercosporiose é uma das principais responsáveis pela substituição de vários híbridos comerciais suscetíveis que, apesar de seu alto potencial produtivo, chegaram a reduções na produtividade de grãos de até 40%. A incorporação de resistência genética a *C. zea-maydis* está entre os principais objetivos dos programas de desenvolvimento de híbridos para as regiões onde essa doença é frequente (BRITO et al., 2007; BRITO et al., 2011).

Juliatti et al. (2004) relatam que a partir do ano 2000, a cercosporiose do milho, começou a assumir proporções epidêmicas em várias regiões do país. Para a realidade dos experimentos deste trabalho, foi verificado que na primeira propriedade (Tabela 16) a AACPD de *C. zea-maydis*, apontaram maior severidade entre os híbridos P 32R22 H e P 1630 H, iguais estatisticamente, já a menor severidade foi encontrada no híbrido AG 9020 VT PRO. No experimentado em Tibagi (Tabela 16), não foi observado qualquer sinal da doença sobre o híbrido AG 9020 VT PRO e os maiores índices de AACPD de cercosporiose foram encontrados nos híbridos D 2A106, P 32R22 H e CELERON TL.

Sobre a avaliação de doenças em Tibagi (Tabela 17), fica evidente que para a cercosporiose, apenas AG 9020 VT PRO não apresentou a doença e

que este tratamento não diferiu estatisticamente do híbrido D 2A106, sendo os demais tratamentos iguais estatisticamente entre si e a este último.

Quanto à AACPD da área comparativa dos 25 materiais instalados em Arapoti, verificou-se variação, a doença foi mais agressiva sobre o híbrido BG 7049 HX (Tabela 18). Já em Tibagi (Tabela 19), entre os 24 materiais avaliados, o que apresentou maior AACPD para cercosporiose foi SG 6030 YG, e nesta ocasião o híbrido mais resistente foi PX23B123-X203. Em Ortigueira foram observados índices mais severos ocorrendo entre os materiais: BG 7046 HX, BG 7049 HX e P 30K64 HX, estatisticamente iguais entre si (Tabela 20).

Já foi constatado que híbridos resistentes a cercosporiose que têm bom desempenho em uma área podem não apresentar desempenho satisfatório em outra. Os relatos de Dunkle e Carson (1998) e Brunelli (2004) explicam que a variação de resistência dos híbridos comerciais em diferentes regiões indica que o patógeno pode apresentar raças, cujo grau de virulência é variável.

Em Piraí do Sul, o observado foi que as maiores AACPD de *C. zeae-maydis*, aconteceram sobre os híbridos: 30A68 HX, BG 7046 e P 30K64 H (Tabela 21); e no experimento instalado em Arapoti, as maiores AACPD foram mensuradas nos híbridos AS 1656, BG 7046, e P 30K64 H (Tabela 22).

Entre os 19 materiais avaliados em Arapoti (Tabela 23), as maiores AACPD de cercosporiose ocorreram entre os híbridos BG 7046 HX, P 30F53 H e P 30K64 H. Em Ponta Grossa, a maior agressividade do patógeno foi constatada nos híbridos BG 7046 e P 30K64 H, sendo que este último impactou fortemente na produtividade desse material, que foi inferior estatisticamente aos demais (Tabela 24). Em Tibagi, verificou-se que os materiais mais sensíveis e que alcançaram a maior AACPD para *C. zeae-maydis* foram BG 7046, DKB 175 VT PRO, SG 6030 YG e P 30K64 H (Tabela 25).

É possível perceber que para *C. zeae-maydis* os híbridos com as maiores AACPD foram BG 7046 e DKB 175 VT PRO (Tabela 26). Já em Ventania (Tabela 27), independente do fitopatógeno causador da doença avaliada (*P. sorghi*, *P. maydis*, *E. turcicum* e *C. zeae-maydis*), os híbridos que tiveram as maiores AACPD foram DKB 175 VT PRO e LG 6033.

No experimento realizado híbridos tardios (Tabela 28), as maiores AACPD para *C. zea-maydis*, foram encontradas entre os híbridos: DKB 175 VT PRO, P 30K64 H e X35A131 H, estatisticamente iguais entre si.

#### 4.3.4 Mancha de turcicum

Por ser uma cultura que ocupa diversas condições edafoclimáticas, a cultura do milho possui um elevado número de doenças que já foram identificadas e que causam danos significativos nas lavouras, sendo responsáveis pela dificuldade de exploração do máximo potencial genético de vários híbridos (POZAR et al., 2009).

Segundo Lazaroto et al. (2012) a mancha de turcicum, causada pelo fungo *E. turcicum* está entre as doenças da cultura do milho, que possui ocorrência mundial (CARSON; VAN DYRE, 1994) e destaca-se por causar mais de 40% de danos em condições ambientais favoráveis, principalmente, em cultivares suscetíveis.

Quanto aos experimentos instalados nos Campos Gerais, o que se observou foi a ocorrência de maiores índices de mancha de turcicum entre os híbridos D 2A106, P 1630 H e CELERON TL e a menor AACPD ocorreu para AG 9020 VT PRO, para o experimento instalado em Arapoti (Tabela 15). No entanto, em Tibagi a AACPD de *E. turcicum* com os maiores índices foram encontrados nos híbridos D 2A106, P 32R22 e CELERON TL, em contraponto com AG 9020 VT PRO no qual não ocorreu a doença (Tabela 16). Quanto às AACPD, para o terceiro campo experimental com híbridos super precoces, verificou-se que a maior AACPD ocorreu no híbrido P 32R22 H, enquanto que para AG 9020 VT PRO, a doença não foi constatada (Tabela 17).

No experimento realizado em Arapoti, com 25 híbridos precoces, o que se constatou foi que apesar da variação de resultado, BG 7049 HX foi o híbrido que apresentou a maior AACPD de doença (Tabela 18). Em Tibagi, o resultado do experimento indicou a maior AACPD para *E. turcicum* em SG 6030 YG (Tabela 19). No entanto, em Ortigueira, P30K64 HX foi o híbrido com maior

AACPD para mancha de turcicum (Tabela 20). O resultado da área experimental de Piraí do Sul retratou que as maiores AACPD foram dimensionadas para os híbridos: 30A68 HX, BG 7046 e P 30K64 H (Tabela 21).

Em Arapoti, os híbridos AS 1656 e P 30K64 H foram aqueles dentre os 23 materiais avaliados, que apresentaram as maiores AACPD de mancha de turcicum (Tabela 22). Entretanto, em Arapoti, foram os híbridos BG 7046 HX e P 30K64 H aqueles que tiveram as maiores AACPD para *E. turcicum* (Tabela 23).

Para Ponta Grossa as maiores AACPD para esta doença, ocorreram entre os híbridos BG 7046 e P 30K64 H e este último impactou diretamente na produtividade desse material, que foi inferior estatisticamente aos demais híbridos. Mancha de turcicum foi a doença menos expressiva, dentre aquelas avaliadas na ocasião do experimento (Tabela 24). Para Tibagi, dentre os 25 materiais, aqueles que se mostraram mais sensíveis a *E. turcicum*, foram BG 7046, DKB 175 VT PRO, SG 6030 YG e P 30K64 H (Tabela 25).

Em Tibagi, a maior expressividade da doença ocorreu para os híbridos BG 7046, DKB 175 VT PRO e P 30K64 H (Tabela 26). Para Ventania, dentre os 22 híbridos avaliados foram DKB 175 VT PRO e LG 6033 os que apresentaram as maiores AACPD de *E. turcicum* (Tabela 27). No experimento com híbridos tardios, instalado em Arapoti, o que se verificou foi maior AACPD para os híbridos DKB 175 VT PRO, P 30K64 H e X35A131 H, estatisticamente iguais entre si (Tabela 28).

A cultura do milho no Brasil, pela sua ampla distribuição geográfica, ocupando as mais diversas condições edafoclimáticas, está sujeita a um grande número de doenças, muitas das quais podem causar danos significativos à cultura (POZAR et al., 2009). Estes danos, associados principalmente às doenças foliares, têm causado ampla discussão sobre estratégias de manejo que visem o seu controle de forma sustentável.

Associado ao desempenho agrônômico dos híbridos é fundamental, para obtenção de altas produtividades, conhecer a reação destes materiais aos patógenos presentes na região produtiva, já que estes vão comprometer a sua área foliar fotossinteticamente ativa (SANTOS et al., 2002).

Nos experimentos realizados neste trabalho as doenças foliares e seus respectivos agentes etiológicos de natureza fúngica do milho que apresentaram patossistema em nível de severidade foram ferrugem comum (*P. sorghi*); e o complexo de manchas brancas: mancha branca (*P. maydis*), cercosporiose (*C. zea-maydis*) e mancha de turcicum (*E. turcicum*), que causam danos significativos às plantas, em decorrência do mau funcionamento e destruição dos tecidos fotossintéticos (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006; FANTIN, DUARTE, 2009; LIMA et al., 2010). Isso se dá por causa do aumento do número de lesões e da área afetada por elas, que podem determinar a necrose e a morte prematura das folhas, limitando a interceptação da radiação solar e a translocação de fotossintatos necessários ao desenvolvimento de grãos (CASA; REIS; BLUM, 2004; TOMAZELA et al., 2006).

As doenças foliares na cultura do milho são responsáveis por reduções por volta de 40% na produtividade de grãos (CASA; REIS, 2003). Esse impacto cresce a cada ano, especialmente em razão do incremento das áreas sob cultivo de safrinha, levando a maior sobrevivência dos patógenos em campo (TOMAZELA et al., 2006; FANTIN; DUARTE, 2009).

#### **4.3.5 Grãos ardidos**

Grãos atacados por patógenos e/ou que sofreram algum tipo de injúria que leva a alteração de cor, fermentação em toda área do germe ou em qualquer outra parte do endosperma são considerados grãos ardidos, porém em termos fitopatológicos, apenas os grãos infectados por fungos são considerados ardidos (BRASIL, 1996). Atualmente, os grãos ardidos constituem um dos principais problemas nas lavouras de milho, devido à queda de produtividade e qualidade dos grãos, resultando na desvalorização da produção. A incidência desses agentes em grãos e sementes de milho representa ainda um problema adicional devido à produção de micotoxinas (PINTO, 2005).

Sobre as avaliações de grãos ardidos nas amostras de Arapoti, observou-se as maiores porcentagens em AG 9020 VT PRO, P 1630 H e CELERON TL, estatisticamente iguais entre si (Tabela 15). Para a amostra de Tibagi, as maiores porcentagens de grãos ardidos foram encontradas entre os híbridos: AG 9020 VT PRO, D 2A106, P 32R22 H e CELERON TL (Tabela 16) e no último experimento super precoce, foi observado maior porcentagem de grãos ardidos entre os híbridos D 2A106, P 1630 H e P 32R22 H (Tabela 17).

Entre os experimentos com híbridos precoces o que se observou em Arapoti (Tabela 18), apesar de índices baixos, o maior valor foi obtido no híbrido P30R50. Já em Tibagi (Tabela 19), os híbridos com maior incidência de ardidos foram: ADV 9275 VT PRO, AG 8025, PX 23B123-X203 e P 30R50. Em Ortigueira, o observado foi maior porcentagem de grãos ardidos nas amostras de BG 7049 HX e SYN 7B28 VIPTERA. Para Piraí do Sul, verificou-se que a porcentagem de grão ardidos nas amostras demonstraram médias baixas, oscilando entre 0,13 e 2,15% (Tabela 21), e os híbridos com maior incidência de ardidos foram: AG 8025, AG 8041 YG, BG 7046, BG 7051 H, P 30R50 e SYN 7B28 VIPTERA.

Nas amostras de Arapoti, dos 23 híbridos, os que apresentaram maior porcentagem de grãos ardidos foram BG 7046 e P 30R50 (Tabela 22). A maior incidência de grãos ardidos no experimento de Tibagi foi aferida no híbrido BG 7046 HX (Tabela 23), com o índice de 2,53%. Em Ponta Grossa, os materiais mais avariados foram BG 7046 e P 30R50, com percentuais maiores que 2% (Tabela 24).

No experimento de comparação dos 25 híbridos de Tibagi (Tabela 25), os índices foram baixos, apesar de frequentes em todos os materiais avaliados, sendo as maiores porcentagens encontradas: 1,75% no híbrido P 32R22 H e 1,70 no híbrido CELERON TL. Sobre a avaliação de grãos ardidos demonstrada na Tabela 26, os maiores percentuais foram encontrados nas amostras de BG 7046, P 30F53 H e P30R50. Para as amostras de Ventania, as maiores porcentagens de grãos ardidos foram encontradas nas amostras de BG 7046, P 30R50 e P 3989 (Tabela 27). No experimento tardio, realizado em

Arapoti, a maior percentagem de grãos ardidos, ainda que baixa, foi encontrada na amostra de AG 8041 YG (Tabela 28).

Sabe-se que a utilização de híbridos resistentes a essas doenças é o método mais eficiente, racional e econômico para evitar ou diminuir os danos por elas causados. Como os programas de melhoramento de milho são muito dinâmicos, produzindo um grande número de novos híbridos anualmente, é necessário avaliar o comportamento desses materiais em relação a essas doenças, não só para direcionar futuros trabalhos de melhoramento visando à obtenção de híbridos resistentes, como para verificar o comportamento desses patógenos frente a diferentes ambientes. Na obtenção de híbridos resistentes, a essas doenças, existem alguns problemas que deverão ser superados. Entre estes, está o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação que seja comparável e eficiente, porém, de fácil aplicação, considerando que alguns milhares de genótipos deverão ser avaliados (PINHO et al., 2001; BRITO et al., 2011).

#### 4.4 PRODUTIVIDADE E MASSA DE MIL GRÃOS

Vários são os fatores que podem contribuir para o aumento na incidência de doenças na cultura do milho, como: o aumento da área cultivada; o aumento do número de genótipos comerciais com diferentes níveis de resistência às doenças ou até mesmo semeaduras sucessivas de milho (PINTO; FERNANDES; OLIVEIRA, 1997). A necrose e a morte prematura das folhas pelas doenças foliares limitam a interceptação da radiação solar e translocação de fotossintatos ao desenvolvimento de grãos (CASA; REIS; BLUM, 2005). A folha da espiga e as folhas imediatamente acima e abaixo da espiga podem representar 33 a 40% da área total da planta (PATAKY, 1992).

Segundo Fancelli (1988), a destruição de 25% da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo ao florescimento, pode reduzir até 32% a produção.

Quanto à produtividade no experimento realizado em Arapoti (Tabela 15), com híbridos super precoces, o híbrido P 1630 H, mesmo com o impacto do complexo de doenças avaliados, alcançou mais de 12 toneladas por hectare, e apresentou a melhor produtividade sobre os demais híbridos avaliados. Este foi seguido pelos híbridos P 32R22 e CELERON TL, iguais estatisticamente entre si e com produção maior que 11 toneladas por hectare. Mesmo com índices baixos de doenças o híbrido AG 9020 VT PRO apresentou uma das mais baixas produtividades deste experimento.

As maiores produtividades para o experimento da propriedade 2 de Tibagi (Tabela 16), foram obtidas pelos híbridos AG 9020 VT, P 32R22 e CELERON TL. Neste experimento, a menor produção foi aferida sobre o material AS 1551 VT PRO. Sobre a produtividade para o experimento em Tibagi (Tabela 17), verifica-se que o híbrido mais produtivo foi P 1630 R e a produtividade mais baixa foi obtida com o híbrido AS 1551 VT PRO.

Entre a comparação dos 25 híbridos semeados em Arapoti (Tabela 18), analisando o número de plantas dominadas associadas ao complexo de doenças avaliadas, pode-se explicar a baixa produtividade do híbrido BG 7049 HX, estatisticamente inferior aos outros 24 materiais. Já as melhores produtividades obtidas neste experimento foram observadas nos híbridos: AS 1555 YG, DKB 245, DKB 250 VT PRO, P 30F53 H e P 30R50 H, estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais.

O híbrido PX 23B123-X203 foi o que apresentou a maior tolerância às doenças, quando comparados com os demais híbridos e conseqüentemente foi o material mais produtivo (Tabela 19). Independente do valor da AACPD o híbrido mais sensível às doenças avaliadas foi SG 6030 YG, o que afetou a produção e fez com que este material fosse o menos produtivo do experimento.

Sobre a produtividade obtida na propriedade de Ortigueira (Tratamento 20) o que se observou foi superioridade estatística do híbrido DKB 240 VT PRO. Neste experimento a produção mais baixa foi verificada com BG 7049 HX, seguido por P 30 K64 HX, justificado pela pressão de inóculo no período do experimento (Tabela 20).

Apesar da ocorrência das doenças (Tabela 21) as produtividades aferidas entre os 22 híbridos foram satisfatórias, com produções variando entre 8 e 11 toneladas por hectare. Entre esses 22 materiais, dez deles estabeleceram igualdade estatística entre si e superioridade sobre os demais, citando-se: AG 8025, AS 1555 YG, AS 1056, BG 7051 H, DKB 240 VT PRO, DKB 245, DKB 250 VT PRO, D 2A550 HX, P 30F53 H e SYN 7B28 VIPTERA.

No experimento instalado em Arapoti (Tabela 22), verificou-se que mesmo com o impacto de doenças durante o período do experimento, a produtividade alcançou produções comuns na região em estudo, com tetos produtivos entre 8 e 11 toneladas por hectares. O destaque de produção ficou por conta dos materiais: BG 7051 H, DKB 250 VT PRO e P 30R50 H, com produções entre 10755,92 e 11350,44 kg ha<sup>-1</sup>.

As produtividades dos 19 híbridos foi satisfatória (Tabela 23), levando em conta a ausência de aplicação de fungicidas, principalmente quanto ao resultado apresentado pelo híbrido DKB 240 VT PRO, superior estatisticamente aos demais, com mais de 10 toneladas por hectare. Em Ponta Grossa (Tabela 24), os materiais mais produtivos foram: AS 1555 YG, DKB 240 VT PRO, DKB 245, DKB 250 VT PRO, P 30F53 H e P 30R50, estatisticamente iguais entre si. É válido ressaltar o efeito negativo das plantas dominadas sobre a produtividade do híbrido SG 6030 YG, material este que estatisticamente igual ao híbrido DOW 2B707 HX, foram os menos produtivos do experimento.

A maior produtividade entre os híbridos avaliados foi obtida com o material P 30F53 H com mais de 10 toneladas por hectare, superior estatisticamente aos demais materiais avaliados (Tabela 25). Foi também observado que entre os híbridos menos produtivos estavam aqueles que tiveram área foliar comprometida pela severidade das doenças avaliadas, como os híbridos P 30K64 H e BG 7046.

Sobre a produtividade do experimento com 20 híbridos precoces instalado em Tibagi, constatou-se superioridade estatística entre os híbridos DKB 240 VT PRO, SYN 7B28 VIPTERA e FORMULA TL (Tabela 26). No experimento de Ventania, foi observado que os melhores resultados foram encontrados nos híbridos BG 7046 e P 30F53 HX, estatisticamente iguais entre

si e superiores aos demais (Tabela 27). Em Arapoti, com híbridos tardios, verificou-se que a maior produtividade foi alcançada pelo o híbrido P30F53 H, estatisticamente superior aos demais 14 híbridos avaliados (Tabela 28).

Andrade; Otegui e Veja (2000), Borrás e Otegui (2001) e Sangoi et al. (2002) relataram em seus trabalhos que a massa de mil grãos é o componente de produção menos afetado por variações nas práticas de manejo. Ressalta-se que a massa individual do grão é produto da duração do período efetivo de enchimento e da taxa de crescimento do grão, que por sua vez é dependente de fatores que controlam a oferta de assimilados para o seu pleno enchimento (VILELA et al., 2012). Confirmando as informações desses autores, não foi observada diferença estatística entre a massa de mil grãos entre os experimentos (Tabelas 15, 16 e 17), os quais se tratam de híbridos super precoces.

Quanto aos experimentos instalados em Arapoti e Tibagi (Tabelas 18 e 19), apesar de diferença significativa com relação à massa de mil grãos, todos os híbridos estavam dentro dos limites estabelecidos pelos detentores das sementes. Por sua vez, o experimento de Ortigueira (Tabela 20), demonstrou variações com médias mais baixas, principalmente para os híbridos D 2B604 HX, D 2B707 HX, STATUS VIPTERA, FORMULA TL e DB 2A525 HX, iguais entre si e estatisticamente inferior aos demais.

A massa de mil grãos também apresentou variações na área de Piraí do Sul, onde as maiores médias foram encontradas nos híbridos AG 8025 e AG 8041 YG e as menores DKB 240 VT PRO, D 2B604 HX, D 2B707 HX e P 30K64 H (Tabela 21).

Pela avaliação de massa de mil grãos do experimento de Arapoti (Tabela 22), é possível perceber o impacto deste componente na produção dos 23 híbridos, já que foram encontrados valores como 438 g para o híbrido AG 8025, mesmo havendo outros híbridos estatisticamente iguais a esse como P 30R50 H, AS 1656 entre outros. A massa de mil grãos variou entre 294 e 381 gramas (Tabela 23). Apenas os híbridos DOW 2B604 HX e STATUS VIPTERA apresentaram médias inferiores a 320 g, inferiores estatisticamente aos demais híbridos. Apenas os híbridos DOW 2B604 HX e STATUS VIPTERA

apresentaram médias inferiores a 320 gramas, sendo inferiores estatisticamente aos demais híbridos. Na área experimental de Ponta Grossa, observou-se que os híbridos com maior massa de mil grãos foram AS 8041 YG e AS 1656 (Tabela 24).

A massa de mil grãos foi muito significativa para os materiais BG 7046 e FORMULA TL (Tabela 25), iguais entre si e superiores aos outros 23 híbridos, com médias superiores a 400 g. Entre os 20 materiais avaliados (Tabela 26), as maiores massa de mil grãos foram obtidas pelos híbridos: AG 8041 YG, AS 1555 YG, AS 1656, DKB 175 VT PRO, DOW 2A550 HX, SG 6030 YG, P 30R50, P 30R50 H, SYN 7B28 VIPTERA e STATUS VIPTERA, estatisticamente iguais entre si, com médias entre 355 e 401 g.

O híbrido AG 8041 YG foi o que alcançou a maior média na avaliação de massa de mil grãos, sendo superior a todos os demais 21 híbridos (Tabela 27). Para o último experimento, com híbridos tardios (Tabela 28), verificou-se que os maiores valores foram observados entre os híbridos: ADV 9275 VT PRO, AG 8041 YG, P 30K64 H e STATUS VIPTERA, estatisticamente iguais entre si.

## 5 CONCLUSÃO

Os maiores percentuais de plantas dominadas ocorreram nos experimentos instalados como precoces e nestes, apesar da variabilidade em função das particularidades dos materiais avaliados, houve alto percentual de plantas dominadas com o híbrido SG 6030 YG, em 4 dos 9 experimentos, impactando diretamente na produtividade.

Com relação à dureza do colmo, o ponto comum quanto à melhor qualidade dentre os experimentos foi o híbrido AS 1551 VT PRO, entre os materiais super precoces. Entre o material tardio e os precoces, os resultados foram específicos para cada localidade.

Os patógenos causadores de doenças foliares que ocorreram na cultura do milho, independente da localidade e época estudada foram *Puccinia sorghi*, *Phaeosphaeria maydis*, *Exserohilum turcicum* e *Cercospora zeae-maydis*.

Para a ferrugem comum o híbrido mais sensível nas três experimentos instalados no tardio foi P 32R22 H. Entre os materiais precoces avaliados na Região dos Campos Gerais, o híbrido P 30K64 foi o que obteve maior severidade da doença em 6 dos 9 experimentos, e também foi o mais sensível no experimento instalado com materiais tardios.

Para mancha branca, nos três experimentos super precoces, o híbrido P 32R22 H foi o que apresentou uma das maiores severidades e o híbrido AG 9020 VT PRO apresentou a menor para esta doença. Já nos experimentos precoces, o híbrido P30K64 esteve entre os mais ardidos entre 8 dos 9 campos experimentais, seguido do híbrido BG 7046 HX, que se destacou com maior AACPD em 5 dos 9 campos.

O híbrido AG 9020 VT PRO foi o que apresentou a menor severidade ou até mesmo a ausência de sintomas para cercosporiose, nos experimentos super precoces. Já nas áreas com híbridos precoces, aqueles que apresentaram maiores AACPD e se repetiram nas localidades foram BG 7046, em 6 das 9 propriedades e P 30K64 H, também em 6 das 9 propriedades, mais ainda na propriedade de híbridos de ciclo tardio.

Para AACPD para mancha de turcicum verificou-se que nas áreas com super precoces, o híbrido AG 9020 VT PRO, foi o menos suscetível à doença, enquanto que as maiores valores de AACPD aconteceram nos híbridos D 2A 106, P 32R22 e CELERON TL, coincidentes nas três propriedades semeadas precocemente. Para as demais áreas experimentais o híbrido P 40K64 H foi o mais suscetível a mancha de turcicum.

Quanto à ocorrência de grãos ardidos, estes foram verificados em todas as amostras de todos os experimentos, porém em índices baixos.

Pelas informações coletadas nesses experimentos e pelo não uso de fungicidas, inviabiliza o posicionamento do impacto de uma doença sobre a performance produtiva dos híbridos de maneira direta, porém foi possível perceber o impacto da avaliação das plantas dominadas associadas às doenças frente à produtividade.

A importância do mapeamento dos híbridos nas diferentes regiões produtoras de milho possibilita a recomendação de cultivares mais resistentes nas regiões mais favoráveis. Trabalhos como este permitem direcionar o futuro dos trabalhos com o intuito de obter híbridos resistentes, assim como verificar o comportamento dos principais patógenos que ocorrem na cultura do milho em diferentes ambientes.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. H.; OTEGUI, M. E.; VEGA, C. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 1, p. 92-97, 2000.
- AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: LASA, 1997.
- BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia: Conceitos e objetivos. In: KIMATI, H.; AMORIM, A.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. 5º ed. v.2, cap. 27. p. 540-552.
- BLUM, L. E. B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C. V. T. do; ARIOLI, C. J.; GUIMARÃES, L. S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 805-811, 2003.
- BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E. Maize kernel weight response to postflowering sourcesink ratio. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 6, p. 1816-1822, 2001.
- BRASIL. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário oficial da União**, Brasília, n. 72, 1996.
- BRITO, A.H.; PINHO, R.G. VON; POZZA, E.A.; PEREIRA, J.L.A.R.; FARIA FILHO, E.M. Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 32, p. 472-479, 2007.
- BRUNELI, K. R. *Cercospora zea-maydis*: esporulação, diversidade morfo-genética e reação de linhagens de milho. 2004. **Tese de Doutorado**. Piracicaba: ESALQ – Universidade de São Paulo. 2004. 87p.
- CAMARGO, L. E. A. Controle Genético. In: AMORIM, L.; REZENDEM J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 4. ed. Piracicaba: Ed. Ceres, v. 1, p. 325-341, 2011.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V.; SASM Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, p. 18-24, 2001.

CARSON, M. .; VAN DYRE, C. G. Effect of light and temperature on expression of partial resistance of maize to *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, v. 78, n. 5, p. 519-522, 1994.

CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASA, R. T.; REIS, E. M. **Doenças na cultura do milho**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). Milho: estratégia de manejo para alta produtividade. Piracicaba, ESALQ/USP. p. 01-18, 2003.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. C. Quantificação de danos causados por doenças em milho. In: I Workshop de Epidemiologia de Doenças de Plantas, Viçosa. **Anais...**, UFV. p.01-15. 2004.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. C. Quantificação de danos causados por doenças em milho. In: **Workshop de Epidemiologia de Doenças de Plantas**, 1., 2005. Viçosa – MG: Folha de Viçosa, p. 43-59, 2005.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Botucatu, v. 31, n. 5, p. 427-439, set./out. 2006.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. Doenças foliares. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/dfoliares.html>>. Acesso em: 16 out. 2015.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2014/15, v. 2, n. 9 - Nono levantamento, junho 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 out. 2015.

COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo: 2009. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_5\\_ed/doencas.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/doencas.htm)>. Acesso em: 12 out. 2015.

COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. **Podridões do colmo e das raízes**. 2011. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_64\\_16820051120.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_64_16820051120.html)>. Acesso em: 3 jan. 2016.

DANELLI, A. L. D.; VIANA, E.; CERBARO, L. **Informativo técnico nº86**. Laboratório de Fitopatologia. Universidade de Passo Fundo. p.1-3. 2011.

DUDIENAS, C.; FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; TICELLI, M.; BÁRBARO, I. M.; FREITAS, R. S.; LEÃO, P. C. L., CAZENTINI FILHO, G.; BOLONHEZI, D.,. PÂNTANO, A. P. Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 1, p. 16-23, 2013.

DUNKLE, L. D; CARSON, M. L. Genetic variation in *Cercospora* and the potential impact on selecting for resistance to gray leaf spot of corn. In: Annual Corn and Sorghum Research Conference. Chicago. **American Seed Trade Association**, p. 30-35, 1998.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 172 f. Tese. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, 1988.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 360 p. 2004.

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. **Manejo de doenças na cultura do milho safrinha**. Campinas, Instituto Agronômico. p.16-19, 2009.

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; SAWAZAKI, E. Controle químico de doenças foliares do milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8, 2005. Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, p.195-218, 2005.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Principais doenças da cultura do milho. **Circular Técnica, 26**. Sete Lagoas: Embrapa/ CNPMS, 80p. 1997.

JULIATTI, F. C.; APPELT, C. C. N. S.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; HAMAWAKI, O. T., MELO, B. Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, n. 20, p. 45-54, 2004.

JULIATTI, F. C; ZUZA, J. L. M. F; SOUZA, P. P; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

KUHNEM JÚNIOR, P. R. **Indução da esporulação de *Stenocarpella maydis***. 59 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Lages: Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. 2009.

LARSON, E. J. **Managin field corn infected with common rust**. MSU CARES (Coordinated Acces to the Research and Extension System). Mississippi: Mississippi Agricultural and Florestry Experiment Station;

Mississippi State University, 2001. Disponível em: <<http://www.msucare.com/pubs/rr22-9.htm>> . Acesso em: 22 dez. 2015.

LAZAROTO, A. SANTOS, I. dos; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, Dec. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782012001200005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012001200005)>. Acesso em: 04 Jan. 2016.

LIMA L. M.; POZZA, E. A.; TORRES, H. N.; POZZA, A.; SALGADO, M.; PFENNING, L.H. Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.35, p. 223-228, 2010.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.. **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília, abr. 2012.

MENDES, M. C. **Micotoxinas, aspectos químicos e bioquímicos relacionados a grãos ardidos em híbridos de milho**. 2009. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Lavras: UFLA, 2009.

MENDES, M. C.; VON PINHO; R. G.; MACHADO, J. C.; ALBUQUERQUE, C. A. B.; FALQUETE, J. C. F. Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 931-939, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542011000500010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000500010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 07 jul. 2016.

NUMMER FILHO, I. **Tudo se define no plantio**. 2011. Disponível em: <<http://www.biogene.com.br/media-center/artigos/18/tudo-se-define-no-plantio>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; FERREIRA, A. S.; MEIRELLES, W. F.; MARRIEL, I. E.; CASELA, C. R. Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. **Journal of Phytopathology**, n. 49, p. 275-279, 2001.

PATAKY, J. K. Relationships between yield of sweet corn and northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 82, n. 3, p. 370-375. 1992.

PEDROSA, M. G. **Mapeamento genético para resistência à Cercosporiose, mancha de feosféria e ferrugem comum na cultura do milho**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

PEREIRA, O. A. P.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do Milho (*Zea mays*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L. REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4. ed., São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 2005.

PINTO, N. F. J. Incidência de grãos ardidos em cultivares de milho precoce. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 27, n.4, p. 433-436, 2001.

PINTO, N. F. J. **Grãos Ardidos em Milho**. Circular Técnica. EMBRAPA, Sete Lagoas - MG. Dez. 2005.

PINTO, N. F. J. A.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 139-145, 2004.

PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays*): Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: UFV; Brasília – DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, p. 821-863. 1997.

PINTO, N. F. J. A.; VARGAS, E. A.; PREIS, R. A. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 304-306, 2007.

POZAR, G.; BUTRUILLE, D.; DINIZ, H. S.; VIGLIONI, J. P. Mapping and validation of quantitative trait loci for resistance to cercospora infection in tropical maize (*Zea mays* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 118, n. 3, p. 553-564, fev. 2009.

REIS, E. M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. Lages: Graphel, 44p. 2004.

ROLIM, G. de S. JÚNIOR, M. J. P. FANTIN, G. M. BRUNINI, O. DUARTE, A. P. DUDIENAS, C. Modelo agrometeorológico regional para a estimativa da severidade da mancha de *Phaeosphaeria* em milho safrinha no estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 721-728, dez. 2007.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHETTI, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 39-51, 2002.

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F. C.; BUIATTI, A.L.; HAMAWAKI, O.T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 597-602, maio de 2002.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 638-386, maio 1995.

SCUSSEL, V.M. **Atualidades em micotoxinas e armazenamento de grãos**. Florianópolis. 2000. 382p

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, n. 70, p. 1183-1186, 1977.

SILVA, H. D.; GUIMARÃES, E. C.; PEDROSA, M. G. Incorporação da dependência espacial na análise de um experimento de avaliação de progênies de milho quanto à resistência à ferrugem comum. **Ciência agrotecnica**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1144-1150, set. out., 2004.

SOUZA, L. T. de; PEREIRA, J. L. de A. R.; SOUZA, T. T. de. Avaliação da produtividade de milho e controle de doenças foliares. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 3, p. 31-37, set. 2015.

TOMAZELA, A. L.; FAVARIN, J. L.; FANCELLI, A. L.; MARTIN, T. N.; DOURADO NETO, D.; REIS, A. R. Doses de Nitrogênio e Fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da Ferrugem e Atributos morfológicos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, n. 5. p. 192-201, 2006.

VILELA, R. G.; A. R. F. O.; KAPPES, C.; KANEKO, F. H.; GITTI, D. de C.; FERREIRA, J. P. Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 25-33, Jan./Fev. 2012.

VON PINHO, R. G.; RAMALHO, M. A P; RESENDE, I. C; SILVA, H. P; POZAR, G. Reação de híbridos comerciais de milho às ferrugens polissora e tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 36, p. 439-445. 2001.